



DE3725347

For

FR2617306

## Unofficial English Abstract

Publication date: 1988-02-18

Inventor(s): GARCIA CHRISTOPHER J (US); LINCOLN LESLIE O (US)

Applicant(s): FMC CORP (US)

Application Number: DE19873725347 19870730

Priority Number(s): US19870058687 19870603; US19860892616 19860804

IPC Classification: G01B21/04; G01B21/02

EC Classification: G05B19/18, G06T7/00B

Equivalents: CA1284383, CH678761, GB2194367, IT1228548

---

### Abstract

---

A system is provided which operates to compare three-dimensional models of inspection gages constructed from computer aided design (CAD) data for a manufactured part and standard geometric dimension and tolerance call-outs to three-dimensional models constructed from inspection data measured from the manufactured part, 17. The comparison is made both graphically, to assist an operator, and mathematically to determine part condition. Parts are found to be either in tolerance or out of tolerance. If out of tolerance they are found to be either reworkable or scrap. Additionally, the system is capable of determining syntax correctness for tolerance standards, defining the sequence of steps for a specific job prior to job execution, performing individual part tolerance conformance analyses and statistical part tolerance analyses for a population of parts, tolerance analyses for mating parts, and generation of tolerance call-outs for fixed and floating fastener features on parts.

Data supplied by epo database

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**2 617 306**

②1 N° d'enregistrement national :

**87 10933**

⑤1 Int Cl<sup>e</sup> : G 06 F 15/60, 9/00; G 07 C 3/14; G 01 B 21/00.

⑫

# DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 31 juillet 1987.

③0 Priorité : US, 4 août 1986, n° 06/892,616 et 3 juin 1987, n° 07/058,687.

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 52 du 30 décembre 1988.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : FMC CORPORATION. — US.

⑦2 Inventeur(s) : Christopher J. Garcia ; Leslie O. Lincoln ; Keith A. Johnson ; David V. Grillot ; Thomas W. Pastusak.

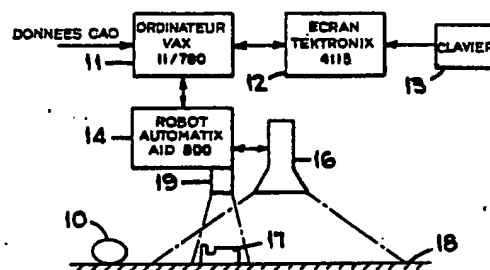
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Cabinet André Bouju.

⑤4 Système de calibrage intégré par ordinateur.

⑤7 Le système fonctionne pour comparer des modèles tridimensionnels de calibres de contrôle construits à partir de données de conception assistée par ordinateur CAO pour une pièce manufacturée et de libellés normalisés de dimension géométrique et de tolérance à des modèles tridimensionnels construits à partir de données de contrôle obtenues à partir de la pièce manufacturée 17. La comparaison est faite graphiquement et mathématiquement. Les pièces sont jugées dans les tolérances ou hors tolérances. Si elles sont hors tolérances, elles peuvent être jugées rectifiables ou à éliminer.

En outre, le système est capable de déterminer la correction de syntaxe pour les normes de tolérance, de définir la séquence d'étapes pour un travail spécifique avant l'exécution de celui-ci, de réaliser des analyses de conformité aux tolérances d'une pièce individuelle et des analyses statistiques de tolérance de pièce pour plusieurs pièces, des analyses de tolérances pour des pièces conjuguées, et la génération de libellés de tolérance pour des particularités d'éléments fixes ou flottants sur des pièces.



FR 2 617 306 - A1

D

La présente invention concerne un outil de contrôle pour des pièces mécaniques, notamment un tel outil qui utilise des données de conception de pièce pour construire un calibre de contrôle, et des données de contrôle pour construire un modèle de la pièce contrôlée pour comparaison au calibre.

L'invention vise un procédé de contrôle pour une pièce structurale ayant des caractéristiques dimensionnelles et des indications de tolérances connues, ce procédé utilisant un ordinateur relié à un appareillage de mesure de position déplaçable multidimensionnel qui fonctionne pour déterminer les positions de particularités structurales sur la pièce. Le procédé comporte les étapes consistant à construire un modèle multidimensionnel d'un calibre de contrôle utilisant les indications de dimensions et de tolérances de la pièce. Un chemin de contrôle est élaboré par rapport à la pièce, qui définit le mouvement de l'appareillage de mesure de position pour le contrôle de la pièce. L'appareillage de mesure de position est alors déplacé le long du chemin de contrôle et recueille des données de positionnement le long de ce chemin, et un modèle multidimensionnel de la pièce structurale est construit en utilisant les positions déterminées des particularités structurales. Le modèle fourni par le

calibrage de contrôle est ensuite comparé au modèle de la pièce structurale et il est par ce moyen déterminé si la pièce est dans les tolérances ou hors tolérances.

- 5 L'appareillage selon l'invention sert à comparer un modèle tridimensionnel d'un calibre de contrôle à un modèle tridimensionnel d'une pièce fabriquée, en utilisant des données de conception assistée par ordinateur pour la pièce. Un ordinateur
- 10 reçoit les données de conception de la pièce, et un dispositif de présentation d'informations est relié à l'ordinateur pour présenter des modèles de la pièce conçue, du calibre de contrôle et de la pièce fabriquée. Un clavier est aussi relié à l'ordinateur pour
- 15 sélectionner des indications particulières de dimensions et de tolérances sur la représentation du modèle de la pièce conçue, à partir desquelles le modèle de calibre de contrôle à utiliser est sélectionné. Un organe mobile est fixé à des moyens prévus pour
- 20 déplacer cet organe suivant trois directions dans l'espace. Les moyens de déplacement sont reliés à l'ordinateur de façon qu'un chemin de contrôle puisse être suivi par l'organe mobile autour de la pièce fabriquée. Un capteur de position est fixé à l'organe
- 25 mobile, également relié à l'ordinateur, de façon que les positions des particularités de la pièce contrôlée puissent être détectées et que le modèle de la pièce fabriquée puisse être construit à partir de ces positions. Les modèles du calibre de contrôle et de la
- 30 pièce fabriquée sont comparés visuellement sur le dispositif de présentation d'informations et mathématiquement par l'ordinateur pour déterminer les particularités dimensionnelles de la pièce fabriquée qui sont dans les tolérances et, éventuellement, celles
- 35 qui sont hors tolérances.

L'invention propose en outre un procédé de contrôle d'une pièce structurale ayant des particularités dimensionnelles et des indications de tolérances connues, ce procédé utilisant un ordinateur relié à un appareillage de mesure de position déplaçable multidimensionnel qui fonctionne pour déterminer les positions de particularités structurales sur la pièce. Le procédé comprend les étapes consistant à contrôler les indications de tolérances pour la pièce pour vérifier si leur syntaxe est correcte, et à construire un modèle multidimensionnel d'un calibre de contrôle, si la syntaxe est trouvée correcte, en utilisant les indications de dimensions et de tolérances de la pièce. Un chemin de contrôle est créé par rapport à la pièce, qui définit le mouvement de l'appareillage de mesure de position pour le contrôle de la pièce. L'appareillage de mesure de position est ensuite déplacé le long du chemin de contrôle et recueille les données de positionnement le long de ce chemin, et un modèle multidimensionnel de la pièce structurale est construit en utilisant les positions déterminées des particularités structurales. Le modèle de calibre de contrôle est ensuite comparé au modèle de la pièce structurale et il est par ce moyen déterminé si la pièce est dans les tolérances ou hors tolérances.

Suivant un autre aspect de l'invention, il est prévu un procédé pour prédéterminer une suite d'opérations à exécuter sur une pièce par un système comportant un ordinateur relié à un appareillage de mesure de position déplaçable suivant plusieurs directions, une mémoire reliée à l'ordinateur et contenant un modèle de conception assistée par ordinateur de la pièce à soumettre à la séquence d'opérations, et une machine pour exécuter des opérations sur la pièce, la machine étant adaptée pour être reliée au système et

commandée par celui-ci. Le procédé comprend les étapes consistant à informer le système de l'identité de la machine, connecter la machine au système, identifier un point sur le modèle à conception assistée par ordinateur pour l'orientation de l'appareillage de mesure de position et de la machine, désigner la séquence d'opérations à exécuter par la machine et par l'appareillage de mesure de position, analyser les données obtenues au cours d'opérations faisant appel à l'appareillage de mesure de position, et déconnecter la machine.

Suivant un autre aspect de l'invention, un procédé est proposé pour analyser des données relatives à une pièce physique résultant du fonctionnement d'un système comportant un ordinateur relié à un appareillage de mesure de position déplaçable suivant plusieurs directions, une machine déplaçable suivant plusieurs directions commandée par le système, et une mémoire reliée à l'ordinateur pour conserver des données de conception assistée par ordinateur relatives à la pièce à soumettre à l'analyse, ainsi que pour recevoir des données relatives à la configuration physique de la pièce. Le procédé comprend les étapes consistant à élaborer des données représentatives d'un calibre de contrôle pour certaines particularités sur la pièce par extraction de données de conception assistée par ordinateur relatives à de telles particularités, mesurer les particularités physiques correspondantes de la pièce, mémoriser les données relatives aux particularités physiques de la pièce, et déterminer le degré de concordance entre le calibre et les données mesurées sur la pièce.

L'invention vise aussi un système pour contrôler une pièce structurale en liaison avec des données de conception assistée par ordinateur pour la

pièce, ce système comprenant des moyens pour lire les dimensions et tolérances dans les données de conception assistée par ordinateur pour les particularités à contrôler de la pièce, des moyens pour construire  
5 mathématiquement un calibre de contrôle tridimensionnel pour la pièce, utilisant les dimensions et tolérances, des moyens pour mesurer les particularités à contrôler de la pièce et pour fournir des données de contrôle représentatives de ces particularités, des moyens pour  
10 construire mathématiquement un modèle tridimensionnel des particularités contrôlées de la pièce, et des moyens pour comparer le modèle tridimensionnel au calibre tridimensionnel, de sorte que le degré de conformité aux tolérances des données de conception est  
15 déterminé.

En outre, l'invention propose un système de présentation visuelle d'informations commandé par ordinateur pour le contrôle et l'analyse de particularités prédéterminées de pièces sur une pièce structurale, relié à un dispositif contenant des données de  
20 conception assistée par ordinateur et de tolérances pour la pièce structurale. Le système comporte une surface de visualisation, des moyens pour présenter simultanément un modèle de données de conception de la  
25 pièce structurale et un chemin de contrôle autour du modèle de la pièce pour les particularités prédéterminées de la pièce, et des moyens pour modifier sélectivement le chemin de contrôle sur la surface de visualisation.

30 Suivant une autre forme de réalisation, il est proposé un système de visualisation commandé par ordinateur pour le contrôle et l'analyse de particularités prédéterminées de pièces sur une pièce structurale, en liaison avec des données de conception assistée par ordinateur et de tolérances décrivant la pièce  
35

structurale et des moyens de mesure pour les particularités prédéterminées de la pièce qui comprennent une surface de visualisation, et des moyens pour présenter simultanément un modèle des particularités mesurées de la pièce structurale et un modèle d'un calibre de contrôle construit à partir de données de conception assistée par ordinateur et de tolérances correspondant aux particularités prédéterminées de la pièce.

L'invention comprend en outre un procédé d'investigation de la compatibilité des indications de tolérances sur des pièces conjuguées, dans lequel des données de conception et de tolérances pour les pièces conjuguées sont disponibles dans une mémoire, comprenant les étapes consistant à extraire de la mémoire les données de conception et de tolérances relatives aux pièces conjuguées, étudier les états de tolérances dans le cas le plus défavorable pour l'interférence des matériaux entre les pièces conjuguées et indiquer soit l'absence d'interférence lorsqu'il n'y a pas d'interférence, soit un emplacement d'interférence lorsqu'il y a une interférence.

L'invention vise encore un procédé d'investigation de la compatibilité des indications de tolérances sur des pièces conjuguées, dans lequel des données de conception et de tolérances comprenant des éléments de référence pour les pièces conjuguées, sont disponibles dans une mémoire. Le procédé comprend les étapes consistant à extraire de la mémoire les données de conception et de tolérances relatives aux pièces conjuguées, déterminer s'il y a contradiction dans les indications d'éléments de référence dans les données de tolérances pour les pièces conjuguées, et indiquer soit l'absence de contradiction là où il n'y a pas de contradiction, soit l'emplacement d'une contradiction là où il y a une contradiction.



L'invention vise enfin un procédé pour déterminer les indications de tolérances pour des particularités relatives à des éléments de fixation fixes ou flottants sur des pièces conjuguées, dans lequel des données de conception pour les pièces conjuguées sont disponibles dans une mémoire, ce procédé comprenant les étapes consistant à sélectionner un élément de fixation, désigner l'emplacement sur une pièce où l'élément de fixation doit être utilisé, désigner les éléments de référence sur la pièce à partir desquels les emplacements des éléments de fixation doivent être référencés, sélectionner un outil pour façonner les particularités de la pièce pour recevoir les éléments de fixation, déterminer les dimensions maximales et minimales des particularités de la pièce en tenant compte de l'outil et de l'élément de fixation sélectionnés, et visualiser les tolérances de position pour les particularités de la pièce pour l'élément de fixation.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description détaillée donnée ci-après en référence aux dessins annexés donnés à titre d'exemples non limitatifs, auxquels:

. la figure 1 est un schéma synoptique représentant les parties constitutives du système selon l'invention;

. la figure 2 est un organigramme relatif au système de calibrage intégré par ordinateur selon l'invention;

. la figure 3 est une vue en perspective d'un modèle d'une pièce fabriquée soumise au contrôle selon l'invention;

. la figure 4 est une vue en perspective d'un calibre de contrôle construit selon l'invention;

. la figure 5 est un diagramme représentant

l'élaboration d'un chemin de contrôle selon l'invention;

. la figure 6A est une vue de dessus du calibre de contrôle de la figure 4;

5 . la figure 6B est une vue de dessus de la pièce fabriquée de la figure 1;

. la figure 7 est un organigramme montrant les détails des parties initiales de l'organigramme de la figure 2;

10 . la figure 8 est un organigramme montrant les détails de parties suivantes de l'organigramme de la figure 2;

. la figure 9 est un organigramme montrant les détails des parties finales de l'organigramme de la figure 2;

15 . la figure 10 est un organigramme de circulation de données du système selon l'invention;

. la figure 11 est un tableau de symboles normalisés représentant, de l'ANSI (American National Standard Institute = Institut national américain des normes) pour l'indication des tolérances;

20 . la figure 12 est une vue en perspective d'une pièce fabriquée indiquant les éléments de référence sur la pièce;

25 . les figures 13A à 13C sont des tableaux représentant des calibres de contrôle et des éléments de référence pour la pièce fabriquée de la figure 12;

. la figure 14 est une vue de dessus d'une pièce avec des indications de particularités de pièce syntaxiquement incorrectes;

30 . la figure 15 est une vue de dessus de la pièce de la figure 14 avec d'autres indications de particularités de pièce syntaxiquement incorrectes;

. la figure 16 est une vue de dessus de pièces conjuguées illustrant des indications concordantes de particularités de pièce.

Un titre court pour la fonction remplie par le système selon l'invention est "calibrage intégré par ordinateur" (CIG).

Le système selon l'invention est schématisé à la figure 1 où un ordinateur 11, tel que le VAX11/780 (marque déposée), est relié à un écran de visualisation 12 tel que le Tektronix 4115 (marque déposée). Un clavier 13 est prévu pour introduire des informations dans le système pour utilisation par l'ordinateur pour commander le fonctionnement du système. Une indication visuelle du fonctionnement du clavier est fournie par l'écran 12. Un mécanisme ou robot 14 pour produire un mouvement tridimensionnel dans les limites d'un volume prédéterminé est représenté par le robot Automatix désigné Aid 800 (marque déposée). Une caméra 16 est montée dans une position connue au-dessus d'un espace de travail et est utilisée pour déterminer l'orientation d'une pièce 17 reposant sur une surface formant support 18 située au-dessous. Un capteur 19 est fixé au robot 14 et représenté à titre d'exemple par le dispositif de contrôle sans contact constitué par un capteur à laser SELCOM (marque déposée) à la figure 1. Il est à noter que le capteur de position 19 peut être constitué par une machine à mesure de coordonnées ou une machine-outil à commande numérique équipée d'un palpeur. Ces dispositifs recueillent des données de contrôle en étant physiquement en contact avec diverses particularités mécaniques de la pièce 17.

L'examen de la figure 2 montre que l'organigramme qu'elle représente indique que la première étape du procédé définissant l'invention implique l'élaboration d'un calibre fonctionnel de contrôle. La manière dont cela est réalisé comporte la transmission de données de conception assistée par ordinateur (CAO) pour une pièce 17 à l'ordinateur 11 représenté à la

figure 1 et la visualisation subséquente 20, en perspective comme cela est représenté à la figure 3, de la pièce conçue avec des informations dimensionnelles et de tolérances en conformité avec des normes de dimensionnement géométrique et de fixation de tolérances.

5 La norme utilisée ici pour illustrer l'invention est la norme nationale américaine ANSI Y14.5. On a représenté trois références de surface, A, B et C. Les références peuvent tout aussi bien comprendre le bord

10 d'une pièce, un point sur une pièce, un trou, etc. Comme on le voit à la figure 3, l'indication ou libellé dimensionnel indique quatre trous d'un pouce (25,5 mm) de diamètre, plus 0,125 pouce (3,175 mm), moins 0,0 pouce (0,0 mm) sur la visualisation ou le modèle 20

15 de la pièce 17. Ces indications de dimensions et de tolérances sont considérées comme étant une particularité critique et majeure pour la pièce représentée. Les trous sont indiqués comme étant à positionner en utilisant la méthode de fixation des tolérances appelée

20 "position vraie" (figure 11) comme cela est indiqué par le symbole initial dans le bloc de tolérances. D'autres méthodes de fixation des tolérances des pièces dessinées peuvent être choisies telles que la référence à un profil d'une surface ou l'emploi de dimensions avec

25 des tolérances du type plus ou moins. Les trous de la pièce de la figure 3 doivent être positionnés de telle manière que leurs centres, une fois les trous usinés, ne varient que dans un cercle de 0,06 pouce (1,524 mm) de diamètre à l'état de maximum de matériau (MMC, trous

30 de diamètre le plus petit). Si le trou a un diamètre plus grand qu'à l'état de maximum de matériau, le diamètre du cercle de tolérance augmente proportionnellement. La position vraie de chaque trou est définie par rapport aux trois surfaces indiquées A, B et C.

35 L'opérateur du système observe le dessin

idéal ou modèle 20 de la pièce 17 sur l'écran 12 et est en mesure d'imposer au système, par l'intermédiaire du clavier 13, l'une quelconque de plusieurs conventions de fixation de tolérances qui figure dans un menu apparaissant sur l'écran. Sur le dessin de la figure 3, le symbole normalisé de fixation des tolérances de position vraie est porté, et un curseur qui apparaît sur l'écran est positionné pour indiquer les indications de dimensions et de tolérances relatives aux quatre trous représentés de la pièce 17. L'ordinateur reçoit les indications de dimensions et de tolérances. Les informations de tolérances sont vérifiées par des instructions du programme pour s'assurer de leur correction syntaxique. Une fois que la syntaxe des tolérances est jugée correcte, l'ordinateur élabore un modèle de calibre de contrôle 21 tel qu'il est représenté à la figure 4. La cohérence du symbolisme des tolérances de conception de la pièce est, par conséquent, confirmée. Connaissant la description de la conception de la pièce et les tolérances appliquées aux particularités décrites, un calibre de contrôle ou fonctionnel utilisant les mêmes références de tolérances que la pièce est construit par l'ordinateur et présenté sur l'écran. La réalisation de cette étape est indiqué en A sur la figure 2. Les données du calibre de contrôle sont mémorisées pour une utilisation ultérieure.

Le concepteur de la pièce a établi des indications de dimensions et de tolérances pour une pièce destinée à être utilisée dans un ensemble. Les données fonctionnelles d'un calibre viennent d'être créées pour la pièce comme cela est décrit ci-dessus. Le système exécute alors ce qui est appelé une analyse des tolérances de conception comme cela est indiqué à la figure 2. Le but de l'analyse des tolérances de conception est de déterminer si la pièce conçue et tolérancée telle

qu'elle l'est s'ajustera, pour toutes les valeurs de ces tolérances, avec la pièce conjuguée dans l'ensemble considéré. Les détails de cette partie du processus sont illustrés à la figure 7. L'opérateur doit  
5 choisir entre analyser les tolérances fixées par le concepteur de la pièce et définir de nouvelles tolérances, optimales, pour celle-ci. S'il décide d'analyser les tolérances existantes, une pièce correspondant au cas le plus défavorable est créée par l'ordinateur,  
10 la pièce étant alors dans un état "virtuel" (voir norme américaine ANSI Y 14.5), c'est-à-dire que les trous sont tous à la limite inférieure des tolérances et tous les bossages, toutes les collerettes, etc. sont à la limite supérieure des tolérances. De plus, si des  
15 trous sont dimensionnés par rapport à la position vraie, leur diamètre est en outre réduit de la valeur de la tolérance de position définie. Cette façon de procéder simule le cas des trous qui seraient placés, pour les besoins de la représentation de la pièce dans  
20 le cas le plus défavorable, aux limites opposées des tolérances de positionnement.

Une fois que la pièce correspondant au cas le plus défavorable (état virtuel, avec état de maximum de matériau et écart maximal de position) est  
25 construit par l'ordinateur, les éléments de référence pour les indications de tolérances sont alignés sur ceux de la pièce conjuguée. La pièce conjuguée est aussi construite par l'ordinateur dans son état virtuel. L'ordinateur vérifie la compatibilité entre  
30 la pièce soumise à l'analyse des tolérances et la pièce conjuguée. Si les pièces correspondant au cas le plus défavorable s'ajustent, les données de conception et les données de tolérances sont mémorisées pour une utilisation ultérieure. Si les pièces correspondant  
35 au cas le plus défavorable ne s'ajustent pas, le

processus est ramené au point G, comme cela est représenté à la figure 7. Le retour du processus à ce point se produit pour que la conception puisse être améliorée du point de vue des tolérances par la création de trous ou de bossages, ou les deux, avec des dimensions nominales différentes, c'est-à-dire pour apporter une modification à la géométrie du modèle.

Comme on peut le voir sur la figure 7, si les tolérances existantes analysées ne conviennent pas, à partir du point G, un nouveau contrôle est effectué sur la pièce ou une modification est apportée à celle-ci. Dans certains cas, de nouvelles tolérances sont introduites dans le système par le concepteur des pièces. Un nouveau contrôle de la syntaxe des tolérances est alors effectué sur les nouvelles tolérances. Alternativement, dans le cas d'une modification de la géométrie du modèle, les tolérances sont analysées pour le modèle résultant de la modification. Un nouveau calibre de contrôle est ensuite construit par l'ordinateur si la syntaxe des tolérances est correcte. L'analyse de tout ensemble de tolérances existantes implique la répétition du processus décrit ci-dessus.

Le système CIGMA peut analyser tout ensemble de tolérances spécifiées de dimensionnement géométrique et de fixation de tolérances. Toutefois, le système CIGMA n'est actuellement capable de définir des nouvelles tolérances de lui-même que dans deux cas particuliers de conception: les cas d'éléments de fixation fixes ou flottants. Dans ces cas particuliers où les pièces sont fixées l'une à l'autre (maintenues en tension), l'analyse des éléments de fixation fixes ou flottants de la figure 7 est effectuée. Un boulon est un exemple d'élément de fixation. Il peut traverser une pièce ou la vis peut être vissée dans une pièce. Un élément de fixation est généralement choisi d'après la norme américaine "Federal Standard H-28". Le concepteur

choisit l'élément de fixation en fonction des contraintes auquel il sera soumis. La norme fédérale spécifie les dimensions du filetage de la vis pour les Services fédéraux, notamment le diamètre du noyau, l'aire de portée de l'élément de fixation et la longueur de la partie filetée. Le diamètre du trou correspondant est calculé et complété par les tolérances supérieure et inférieure sur sa valeur nominale et une tolérance de position vraie est prévue pour le trou. Les éléments de référence utilisés pour la position du trou sont affectés d'indications de tolérances de planéité, de rectitude, de rotondité ou de cylindricité pour garantir que toute erreur de position éventuelle par rapport aux éléments de référence est inférieure à un dixième des tolérances d'erreur sur la position vraie. Par exemple, si la tolérance de position vraie est de 0,060 pouce (1,524 mm), toute erreur due à un défaut de planéité des éléments de référence servant de références pour la position du trou ne doit pas contribuer à plus de 0,006 pouce (0,152 mm) à l'erreur de position du trou. Cette précaution sert à garantir l'interchangeabilité des pièces.

Les tolérances sont ensuite analysées par le programme pour s'assurer qu'il n'y a pas de diminution de la surface de portée de l'élément de fixation par suite d'une erreur de position du trou par rapport à la pièce conjuguée pour la pièce analysée. Une diminution de la surface de portée d'un élément de fixation résulte d'un déplacement de l'élément latéralement dans le trou dans la pièce analysée au point que la surface de portée sous la tête d'une vis, par exemple, se trouve partiellement au-dessus du trou au lieu de porter sur le matériau de la pièce entourant le trou. En résumé, on voit que l'analyse des tolérances optimales (définition de nouvelles tolérances) n'est effectuée par le système



CIGMA que dans deux cas particuliers de dimensionnement géométrique et de fixation de tolérances, à savoir l'analyse d'éléments de fixation fixes ou flottants, tandis que l'analyse du cas le plus défavorable

- 5 (analyse des tolérances existantes) est effectuée par le système CIGMA dans tous les cas de positionnement géométrique et de fixation de tolérances.

- On voit sur la figure 2 que l'étape qui suit l'exécution de l'analyse des tolérances de conception
- 10 est la création d'un chemin de contrôle pour l'organe mobile suivant trois dimensions qui fait partie du robot 14 de la figure 1. Les détails de l'étape de la création d'un chemin de contrôle sont donnés par l'organigramme de la figure 7. Le processus ne peut pas
- 15 être commencé tant qu'il n'est pas assuré qu'un calibre de contrôle pour la pièce a été construit et que l'analyse des tolérances de conception montre que la pièce s'ajuste correctement avec la pièce en contact. Lorsque le calibre de contrôle est construit et que l'analyse
- 20 des tolérances est terminée avec succès, le graphisme du chemin de contrôle est formé et visualisé comme cela est représenté à la figure 5. Les x représentent les points de mesure le long des surfaces A, B et C. Trois points de contrôle sur chaque surface A, B et C définissent la surface. Un palpeur 22 est représenté sur
- 25 l'écran 12 avec un certain nombre d'extrémités 22a qui sont sélectionnées pour venir en contact avec un des points de contrôle (représentés sur la surface C) du modèle 20 de pièce à conception assistée par ordinateur.
- 30 L'organe 22 de la figure 5 est appelé "groupe de palpeurs". Une tige de palpeur s'étend du groupe de palpeurs et porte une extrémité de palpeur 22a à son extrémité libre. Un certain nombre de représentations sont prévues dans le système. Une tige de palpeur peut
- 35 être amenée sur l'écran cathodique à chacun des points

de contrôle représenté par les x sur la figure 5.

L'extrémité 22a de la tige du palpeur qui est utilisé  
clignote sur l'écran. Il est également prévu une repré-  
sentation dans laquelle le groupe de palpeurs 22 se  
5 déplace autour du modèle 20 de la pièce en amenant  
l'extrémité d'un palpeur en contact successivement avec  
chaque point de contrôle. Le chemin suivi par l'extré-  
mité du palpeur dans une représentation quelconque  
utilisée dans un système CIGMA déterminé est une pro-  
10 gression logique d'un point x à un autre avec prise en  
considération de la distance la plus courte entre deux  
points successifs et évitement des obstacles. La pro-  
gression est réalisée de façon à informer l'utilisateur  
de la direction suivant laquelle le palpeur va s'appro-  
15 cher physiquement de la surface à contrôler, et à four-  
nir des informations qui peuvent être utilisées pour  
éviter des collisions entre le groupe de palpeurs et  
la pièce. Des mesures sont effectuées pour chaque parti-  
cularité spécifique de la pièce à chaque point de  
20 contact du palpeur. On voit aussi qu'il y a trois points  
de mesure associés à chacun des quatre trous de la  
pièce 17, ce qui définit complètement chacun des trous.  
Après avoir surveillé la représentation graphique du  
chemin de contrôle, l'ordinateur, sur un ordre reçu,  
25 élabore un programme de chemin de contrôle en confôr-  
mité avec le chemin présenté sur l'écran. Le programme  
de chemin de contrôle est ensuite converti en un pro-  
gramme compréhensible pour le robot 14, et les données  
du chemin de contrôle sont ensuite mémorisées pour une  
30 utilisation ultérieure. La combinaison de cette partie  
du processus est indiquée par le repère B sur les  
figures 2 et 7.

Si l'on désire modifier le chemin de contrôle,  
une fonction appropriée est introduite au clavier 13 et  
35 le curseur ou le vecteur sur l'écran 12 est commandé

par l'opérateur. Un menu de modifications possibles du chemin de contrôle est présenté à l'opérateur, qui peut désirer ajouter un point de contrôle sur une surface, ou modifier la trajectoire de l'organe mobile pour éviter un obstacle. Dans le cas où un point de contrôle supplémentaire sur une surface doit être désigné pour le contrôle, une telle fonction est sélectionnée, le curseur est amené au point de contrôle supplémentaire et le programme est informé de l'ajout par l'intermédiaire du clavier. Dans le cas où le chemin à suivre par l'organe mobile doit être modifié pour éviter un obstacle, la fonction correspondante est sélectionnée et le curseur est amené à un point ou des points successifs sur l'écran par lesquels il est maintenant désiré que l'organe mobile passe pour éviter l'obstacle. Les nouveaux points sont introduits dans le programme du chemin de contrôle par l'intermédiaire du clavier, et le programme qui décrit le chemin à suivre par l'organe mobile est ainsi modifié. Après création ou modification du chemin de contrôle, le programme du chemin de contrôle peut être appelé et présenté au fur et à mesure que le curseur effectue son mouvement le long du chemin de contrôle complet, ce qui reproduit la séquence du mouvement effectué par l'organe mobile du robot 14.

Comme on le voit sur la figure 2, après la création du chemin de contrôle et toute modification éventuelle de ce chemin, la partie suivante du processus est relative à l'exécution d'un travail. L'exécution d'un travail est l'exécution de tout travail qui peut être exécuté par le système CIGMA et notamment l'usinage de pièces, la commande statistique de processus, etc. Les travaux peuvent être exécutés manuellement par introduction d'ordres au clavier ou automatiquement sous la commande de l'ordinateur. Lorsque la

commande automatique est choisie, le langage de commande de travaux est d'abord défini, comme cela est décrit ci-après. Après cela, l'exécution du travail est simulée par présentation sur un écran. Toutes les opérations à exécuter sont simulées sur l'écran. La commande automatique du travail est ensuite sélectionnée par l'opérateur après que celui-ci a jugé que la simulation du travail est acceptable. Les critères appliqués pour l'acceptation de la simulation sont que toutes les opérations soumises à l'analyse sont correctes, avec un écart nul par rapport au cas parfait. L'opérateur sélectionne la commande automatique du travail sur un menu présenté sur l'écran et appelé "exécuter travail" à partir duquel il choisit soit le mode manuel, soit le mode automatique.

Revenant à la figure 2, on y voit que la tâche suivante dans le processus de la méthode selon l'invention consiste à effectuer des mesures sur la pièce fabriquée 17. La mesure des particularités physiques de la pièce fabriquée 17 n'est entreprise qu'après que le calibre de contrôle a été construit et que le chemin de contrôle a été créé, comme cela est décrit plus haut et représenté à la figure 8. De plus, un choix est fait entre l'exécution du travail manuellement par l'opérateur ou automatiquement par le système, comme cela est décrit ci-dessus. Dans le cas où la commande automatique de l'exécution du travail est mise en oeuvre, le programme mémorisé de commande de travail est appelé, comme cela est indiqué au point E (figure 8) et le processus continue sous la commande de l'ordinateur. Autrement, les fonctions successives sont séquencées manuellement par sélection au clavier de diverses options de menus par l'opérateur.

L'orientation de la pièce 17 sur la surface formant support 18 est détectée par la caméra 16 fixée

à un emplacement connu au-dessus du volume de travail. L'orientation de la pièce est utilisée pour orienter le chemin de contrôle puisqu'il doit être parcouru par l'organe mobile. L'organe mobile est déplacé, par le robot 14. en fonctionnement, le long du chemin de contrôle orienté. Des données de position pour les particularités physiques intéressantes sur la pièce fabriquée 17 sont obtenues par le capteur 19 (contrôle sans contact ou machine à mesure de coordonnées) fixé au robot et les données obtenues par mesure sont converties en une forme qui peut être présentée visuellement comme étant le modèle 17a de la pièce fabriquée, sur l'écran 12. Le modèle 17a, obtenu par mesure, de la pièce fabriquée 17 est ensuite mémorisé pour une utilisation ultérieure. L'étape décrite ci-dessus est représentée au point C sur les figures 2 et 8.

Comme cela est indiqué sur la figure 2 après le point C, les données obtenues par mesure pour la pièce fabriquée 17 (et utilisées pour construire le modèle obtenu par mesure 17a) sont analysées statistiquement comme cela est décrit en détail ci-après à l'aide de la figure 9 et un choix est fait soit par l'opérateur, soit par le programme de commande de travail (selon le mode d'exécution du travail) pour décider si les données obtenues par mesure seront analysées en les comparant au calibre de contrôle construit au point A ou sur la base des résultats statistiques des mesures effectuées sur une population de ces pièces, ou les deux. Dans le cas de la comparaison aux résultats statistiques des mesures effectuées sur la population de ces pièces, une analyse statistique des données de mesure est effectuée et, d'après le résultat de cette analyse, il est jugé si le processus est nominal, comme cela est décrit ci-après. Un processus non nominal est arrêté et la raison de l'écart statistique

est recherchée et identifiée. Dans le cas de l'analyse faite par comparaison au calibre de contrôle construit, les données obtenues par mesure sont comparées au calibre de contrôle 21 de la figure 4. L'analyse par rapport au calibre fonctionnel ou de contrôle et l'analyse statistique des mesures sont effectuées simultanément. Comme on le voit sur la figure 9, les données représentant le calibre de contrôle 21, le chemin de contrôle entre les points de contrôle de la figure 5, et les données obtenues par mesure sur la pièce 17 doivent être complètes avant que l'étape de comparaison ou d'analyse statistique puisse être entreprise. Les données statistiques déduites du processus sont mises à jour au moyen des données obtenues par mesure sur la pièce. Cette étape met à jour l'historique de la fabrication des pièces. Le type d'analyse à effectuer, par rapport au calibre ou statistique, est choisi par l'opérateur ou par le programme de commande du travail. Si l'analyse par rapport au calibre est sélectionnée, les données du calibre de contrôle 21 et celles de la pièce fabriquée mesurée 17a sont appelées et comparées visuellement sur l'écran 12, ainsi que mathématiquement dans l'ordinateur 11. Le calibre de contrôle 21 de la figure 6A est généralement représenté en couleur verte sur l'écran, et le modèle 17a de la pièce fabriquée 17 telle qu'elle a été mesurée peut être présenté sur l'écran en couleur bleu clair. Le calibre de contrôle et le modèle de la pièce fabriquée sont ensuite superposés de façon que la pièce fabriquée puisse être comparée visuellement et directement au calibre de contrôle. Une analyse mathématique a également lieu. La comparaison visuelle des images en couleur n'est prévue que pour le confort visuel de l'opérateur et pour une vérification rapide. Il peut être immédiatement déterminé visuellement si le calibre de

contrôle et la pièce fabriquée ont des surfaces qui se coupent, grâce aux couleurs différentes employées pour les représenter. Cependant, ce sont les résultats de la comparaison mathématique fournis par l'ordinateur qui  
5 seront utilisés ultérieurement et sont à ce stade mémorisés comme cela est indiqué au point D. Les résultats de la comparaison sont maintenus disponibles pour d'autres systèmes qui peuvent fonctionner en liaison avec le système de calibrage intégré selon l'invention.

10 Les résultats de la comparaison sont ensuite formulés sous la forme d'un rapport d'erreur comme cela est indiqué au point J de la figure 9. Le rapport d'erreur est ensuite appelé pour présentation sur l'écran 12. S'il n'y a pas d'erreurs, une lampe verte  
15 s'allume pour indiquer que la pièce fabriquée est dans les tolérances. S'il y a des mesures hors tolérances, elles sont examinées pour voir si la pièce fabriquée peut être retouchée, de façon à éviter de la mettre au rebut. Cela est effectué à l'instant indiqué en agrandissant graphiquement les trous jusqu'à leur diamètre  
20 maximal admissible (état de minimum de matériau) et en comparant les trous retouchés sur le modèle 17a de la pièce fabriquée 17 au calibre de contrôle 21. Si le calibre de contrôle s'ajuste avec la pièce retouchée,  
25 une lampe jaune s'allume, ce qui indique que la pièce est retouchable. Si le calibre de contrôle ne s'ajuste pas avec le modèle retouché de la pièce fabriquée, une lampe rouge s'allume, ce qui indique que la pièce fabriquée n'est pas retouchable et doit donc être mise  
30 au rebut.

Si l'analyse statistique est sélectionnée, l'historique statistique d'une dimension mesurée d'une pièce spécifiée est examinée. Une surveillance constante des grandeurs dimensionnelles mesurées est prévue aux  
35 fins statistiques. La dernière mesure de pièce introduite

est examinée pour déterminer si le processus est nominal. Cela signifie que l'on détermine si la mesure est comprise dans les limites de l'aire délimitée par une courbe en cloche de répartition normale et dans les limites de plus ou moins trois écarts-types (plus ou moins trois sigmas) à partir de la moyenne de la répartition normale. Si la dernière grandeur dimensionnelle mesurée est dans les limites de plus ou moins trois sigmas de la répartition normale, le programme passe à la mesure d'une nouvelle dimension sur la pièce fabriquée. Si un point écarté donne une mesure qui se trouve à l'extérieur des limites de plus ou moins trois sigmas définies sous la courbe en cloche, le processus est arrêté et les intervalles statistiques pour cette grandeur mesurée sont présentés sur l'écran. La cause de l'erreur est ainsi déterminée par l'analyse des tendances dans l'historique statistique du processus. Le processus est ensuite modifié pour que de tels points écartés risquent moins de se produire.

Les planches 13 à 32a des dessins contiennent une liste abrégée de programme d'ordinateur décrivant une manière d'établir un programme pour faire fonctionner le système selon l'invention en réalisant le calibre décrit et les processus du module de contrôle. (Copyright FMC Corporation 1987).

Passant maintenant au diagramme de circulation des informations de la figure 10, on voit que celui-ci représente la structure dans laquelle les modules du système CIGMA fonctionnent. L'utilisateur ou l'opérateur interagit avec le système CIGMA par l'intermédiaire d'un ou plusieurs dispositifs d'entrée/sortie comme cela est représenté par le dispositif d'entrée/sortie 30 sur la figure 10. Ce dispositif peut être n'importe quel terminal graphique interactif qui peut présenter, manipuler et identifier des images



filaires tridimensionnelles, ainsi que du texte alpha-numérique. Les programmes de commande des dispositifs d'entrée/sortie et les sous-programmes logiciels associés sont fournis par un générateur de banque de données de conception assistée par ordinateur (CAO) 31. Un processeur d'entrée/sortie 32 constitue une liaison supplémentaire dans l'interaction entre un utilisateur et le système CIGMA. L'interaction entre un utilisateur et le système CIGMA est également assurée par le générateur de banque de données 31. Cette interaction est concrétisée, par exemple, par le fait que le processeur d'entrée/sortie 32 remplit les fonctions de sélection des différents modules du système CIGMA, d'introduction des nombres par l'intermédiaire d'un clavier et de sélection de la géométrie, nécessaires comme données pour la création d'un calibre. Les possibilités du générateur de banque de données pour CAO 32 sont effectivement utilisées pour créer le graphisme du calibre, mais c'est le processeur d'entrée/sortie du système CIGMA qui élabore les commandes nécessaires pour activer les programmes du système CIGMA et extraire les données de la banque de données 33. Une spécification d'interface est fournie au constructeur du système de conception assistée par ordinateur, qui l'utilise pour écrire des sous-programmes qui permettent au générateur de banque de données de CAO 31 d'être connecté directement au système CIGMA. Les programmes décrits d'après la spécification d'interface constituent le moyen par lequel le système CIGMA obtient des données de l'utilisateur et lui présente des informations en retour.

Les informations (ou données) sont échangées dans tout le système CIGMA de l'une des façon suivantes comme on le voit sur la figure 10:

1. La communication entre modules est réalisée par l'intermédiaire de la banque de données principales 33 du système CIGMA.

5 2. Les résultats des contrôles et analyses et les résultats statistiques sont écrits et ensuite lus dans les fichiers d'entrée/sortie 34.

3. Les informations de positions sont envoyées à, ou fournies par, divers dispositifs électromécaniques de contrôle tels que des machines à mesurer les  
10 coordonnées, des systèmes de vision artificielle, des machines-outils à commande numérique et des télémètres à laser, représentés par le bloc 35 sur la figure 10.

Le générateur de banque de données de CAO 31 de la figure 10 est essentiel dans de nombreuses applications du système CIGMA dans lesquelles les données  
15 d'entrée sont des caractéristiques géométriques de CAO d'objets tridimensionnels. De plus, de nombreuses applications du système CIGMA créent et présentent en sortie des caractéristiques géométriques tridimensionnelles.  
20 Le système CIGMA a été conçu de telle façon qu'un générateur de banque de données de CAO (c'est-à-dire Anvil-4000, Unigraphics, CADAM) (marques déposées) puisse être raccordé au système. Le générateur de banque de données de CAO permet à l'utilisateur d'éla-  
25 borer des caractéristiques géométriques tridimensionnelles de base et permet au système CIGMA d'utiliser les fonctions intrinsèques de CAO pour créer et présenter des caractéristiques géométriques suivant les besoins. Par l'intermédiaire du système de CAO, le  
30 système CIGMA remplit les fonctions d'entrée/sortie de base que sont la commande de la présentation des informations sur l'écran du terminal, la présentation des menus et l'introduction des données. Du fait que le système CIGMA fonctionne en utilisant de nombreuses

possibilités du système de CAO, les utilisateurs qui interagissent avec le système CIGMA peuvent ne pas savoir à un instant quelconque s'ils sont en train de faire exécuter le logiciel du constructeur du système de CAO ou le logiciel du système CIGMA.

Une description plus détaillée de chacun des cinq modules du système CIGMA décrits succinctement ci-dessus est donnée ci-après. Le diagramme de circulation des informations de la figure 10 représente les cinq modules suivants: le module du calibre 36, le module de contrôle 37, le module d'analyse 38, le module de commande de travail 39, et le module des tolérances 40. La description donnée ci-après pour chaque module porte notamment sur les points suivants:

1. Les signaux d'entrée du module.
2. Comment le module fonctionne, qu'est-ce qu'il fait et quels sont les algorithmes utilisés.
3. Les signaux de sortie du module.

La description du module du calibre 36 de la figure 10 commence par les signaux d'entrée du module. Les signaux d'entrée comprennent les notes de dessin et les caractéristiques géométriques tridimensionnelles. Les notes de dessin sont celles qui sont représentées à la figure 11, qui est un tableau tiré de la norme nationale américaine pour le dimensionnement et la fixation des tolérances ("American National Standard of Dimensioning and Tolerancing"), ANSI Y14.5M, avec des tolérances positives et négatives. Le dimensionnement avec des tolérances positives et négatives est considéré comme étant entièrement en dehors des tolérances géométriques de la norme ANSI Y14.5M. Les caractéristiques géométriques tridimensionnelles sont fournies par le générateur de banque de données de CAO 31 relié au système CIGMA.

35

Le module du calibre 36, en plus de demander des informations géométriques tridimensionnelles à la banque de données de CAO 31, lui demande aussi des notes de dessin pour la fixation des tolérances. Le logiciel du système CIGMA demande les informations au cours d'une séquence spécifique représentée par le menu présenté à l'utilisateur. Le menu invite l'utilisateur à commencer par définir les éléments de référence sur les trois représentations géométriques dimensionnelles de la pièce à dimensionner. La définition des éléments de référence comporte l'affectation d'un symbole à l'élément de référence (plan, trou, etc.), puis l'identifier de la particularité de l'élément de référence en désignant la particularité pour le programme, c'est-à-dire en identifiant les bords et l'emplacement d'un plan de référence. Le système CIGMA est capable de comprendre le texte de dessin de la norme Y14.5M. Par conséquent, les éléments de référence sont définis plus en détail par les quatre caractéristiques de forme (rectitude, planéité, circularité ou rotondité, et cylindricité) représentées à la figure 11. Les tolérances sur les caractéristiques de forme, affectées aux éléments de référence, telles qu'elles sont décrites ci-dessus, ne doivent jamais être plus grandes qu'environ 10% de la tolérance admise pour les autres particularités de la pièce qui sont cotées par rapport aux éléments de référence. Par exemple, si une tolérance de position d'une autre particularité de la pièce est de 0,006 pouce (0,152 mm), la tolérance de planéité d'un plan utilisé comme élément de référence ne doit pas être supérieure à 0,0006 pouce (0,015 mm).

Le système CIGMA comprend tout le reste du texte de dessin de la figure 11 qui peut être associé

aux diverses particularités d'une pièce. En même temps que l'introduction du texte de dessin dans le système CIGMA, des contrôles de syntaxe ont lieu, dont des exemples seront présentés plus loin.

Les tolérances de profil, les tolérances d'orientation, les tolérances de position et les tolérances de saillie (figure 11) sont toutes déterminées par rapport à un ou plusieurs éléments de référence. Lorsque ces tolérances sont spécifiées, un ou plusieurs éléments de référence doivent être indiqués avec le symbole affecté à la particularité. Un exemple de symbole régissant une particularité tel qu'il apparaît sur le dessin représentant une pièce, se présente de la façon suivante:

0 0 ,060 M ABC (exemple en pouces).

Cet exemple est exprimé au système CIGMA par l'utilisateur sous la forme: TP, CZ, ,60 M, A, B, C. Dans cet exemple, la tolérance de position de 0,060 pouce (1,524 mm) doit être considérée par rapport à trois éléments de référence, A, B et C. Les éléments de référence indiqués par ces symboles de commande de particularité servent à définir l'impératif fonctionnel des particularités à régir. Cela signifie que les degrés de liberté de la particularité régie sont définis. Des exemples de l'application d'éléments de référence à une pièce ayant certaines particularités régies sont visibles sur la pièce contrôlée 41 de la figure 12. Un certain nombre d'éléments de référence sont représentés sur la figure 12, sur la pièce 41, et sont désignés par les lettres A à E, et un certain nombre de particularités de la pièce sont aussi représentées. La pièce 41 a une base d'une seule pièce avec des dimensions de longueur et de largeur similaires et

une dimension de hauteur plus petite. La surface supérieure 42 de la base est désignée par la lettre d'élément de référence A. La pièce 41 a aussi quatre bossages similaires 43 qui s'étendent vers le haut à partir de l'élément de référence A et un cinquième bossage 44 désigné par la lettre d'élément de référence E. Un côté vertical de la base est désigné par la lettre d'élément de référence C. Un autre côté vertical est désigné par la lettre d'élément de référence B. Un trou 46 disposé au centre de la base 42 est désigné par la lettre d'élément de référence D.

Les figures 13A, B et C sont des tableaux de schémas de calibres que le système CIGMA peut construire pour contrôler les diverses particularités de la pièce 41 de la figure 12. Chacune des figures 13A à 13C a quatre colonnes a, b, c, et d, et quatre lignes horizontales e, f, g et h. On voit que si un calibre représenté à la figure 13A, a, e pour les quatre bossages 43 de la pièce 41 est construit en n'utilisant que l'élément de référence A dans les tolérances géométriques, le calibre aura quatre trous 47 et la dimension considérée aura trois autres degrés de liberté, un dans la direction de translation X (XTT), un dans la direction de translation Y (YTT) et un dans la direction de rotation Z (ZTR). La cotation par rapport à l'élément de référence A seulement ne lie pas les bossages 43 du dessin dans les directions de translation X ni Y, ni dans la direction de rotation Z. Les autres calibres des figures 13A, B et C ont des indications des éléments de référence appliqués au dimensionnement géométrique de la pièce 41, et indiquent les autres degrés de liberté qui résultent de ce dimensionnement géométrique. Parfois, les indications d'éléments de référence contiennent en outre des

symboles modificateurs tels que M (état de maximum de matériau) et S (sans tenir compte des dimensions de la particularité) qui ont un effet sur les autres degrés de liberté et sont décrits ci-après.

5           Le système CIGMA détermine automatiquement quel est l'impératif fonctionnel d'un ensemble donné de particularités. Il présente ensuite cette fonctionnalité sur l'écran en élaborant un modèle tridimensionnel de la pièce conjuguée dans le cas le plus défavorable, ce modèle étant parfois appelé "calibre fonctionnel", un certain nombre de ces calibres étant  
10 représentés sur les figures 13A, B et C. Le système CIGMA détermine la fonctionnalité sous-jacente pour tout ensemble d'éléments de référence et de symboles  
15 modificateurs dans un ordre particulier de priorité en appliquant les règles suivantes:

          Examinant la figure 13A, on voit qu'elle représente des calibres de contrôle de différentes particularités de la pièce 41 de la figure 12 où  
20 l'élément de référence utilisé pour la fixation des tolérances est un plan. Si l'élément de référence utilisé est l'élément de référence principal, le système CIGMA force trois points de contact entre cet élément de référence et la pièce en contact. Si  
25 l'élément de référence utilisé est l'élément de référence secondaire, le système CIGMA force deux points de contact entre cet élément de référence et la pièce en contact. Si l'élément de référence utilisé est l'élément de référence tertiaire, le système CIGMA  
30 force un point de contact entre cet élément de référence et la pièce en contact. Les éléments de référence primaire, secondaire et tertiaire sont respectivement les premier, deuxième et troisième symboles

d'éléments de référence qui apparaissent dans le bloc de commande de particularité. Ils apparaissent à l'extrémité droite du bloc de commande de particularité comme on le voit sur les tableaux de calibres des figures 13A à 13C.

Si l'élément de commande indiqué dans le bloc de particularité est une particularité de dimension formant élément de référence, telle qu'un trou ou un bossage, ce sont les calibres des figures 13B et 13C qui s'appliquent. Si l'état de matériau pris comme référence est l'état de maximum de matériau (MMC ou M) comme on le voit à la figure 13B, et si l'élément de référence est l'élément de référence primaire, le système CIGMA force l'axe de la pièce en contact à être parallèle à l'axe de cet élément de référence suivant trois dimensions. Si l'élément de référence est l'élément de référence secondaire, le système CIGMA force la particularité de la pièce en contact à se trouver dans les limites de cet élément de référence si celui-ci est un trou ou à l'entourer complètement si c'est un bossage. D'une façon analogue, si l'élément de référence est un élément tertiaire, le système CIGMA force la particularité de la pièce en contact à se trouver dans les limites de cet élément de référence si celui-ci est un trou, ou à l'entourer complètement si c'est un bossage.

Alternativement, si l'état de matériau indiqué est "sans tenir compte des dimensions de la particularité" (symbole RFS ou S sur la figure 13C), si l'élément de référence est l'élément primaire, le système CIGMA force l'axe de la pièce en contact à être parallèle à l'axe de cet élément de référence suivant trois dimensions et empêche la particularité de la pièce en contact de se déplacer d'un mouvement de translation dans les limites de cet élément de référence. En



d'autres termes, la particularité en contact est simulée par une broche conique montée sur un ressort de compression axial qui la force à remplir l'espace qui se trouve entre elle et l'élément de référence.

- 5 Cela peut être observé sur la figure 13C où une broche conique 48 est représentée construite sur les dessins des calibres quand l'élément de référence D (trou disposé centralement 46) de la pièce 41 de la figure 12 est utilisé dans le bloc de commande de particularité.
- 10 Ce cas s'oppose à celui du bossage 49 représenté sur les calibres de la figure 13B, où le symbole de maximum de matériau M est utilisé.

- Restant à la figure 13C, où l'indication RFS ou S est utilisé, si l'élément de référence auquel
- 15 l'état de matériau s'applique est l'élément secondaire, le système CIGMA force la particularité de la pièce en contact à se trouver dans les limites de l'élément de référence si celui-ci est un trou, ou à l'entourer complètement si c'est un bossage. Comme cela a été
- 20 expliqué pour l'élément de référence primaire dans le cas ci-dessus, cela empêche la particularité en contact avec le calibre (figure 13C) de se déplacer d'un mouvement de translation dans les limites de l'élément de référence, en l'occurrence l'élément de référence D sur
- 25 la pièce 41 de la figure 12. De la même façon, si l'élément de référence auquel s'applique l'état "sans tenir compte des dimensions de la particularité" est l'élément de référence tertiaire, le système CIGMA force la particularité de la pièce en contact à se trouver
- 30 dans les limites de l'élément de référence si celui-ci est un trou, ou à l'entourer complètement si c'est un bossage. Comme pour les éléments de référence primaire et secondaire, un tel état de matériau affecté à un élément de référence tertiaire empêche la particularité
- 35 d'ela pièce en contact, c'est-à-dire la broche conique

sur les calibres de la figure 13C, de se déplacer d'un mouvement de translation dans les limites de l'élément de référence, c'est-à-dire de l'élément D sur la pièce 41 de la figure 12 dans cet exemple.

5            Quand des éléments de référence sont portés dans un bloc de commande de particularité, les règles précédentes peuvent être appliquées pour déterminer la particularité précise de la pièce en contact par rapport aux particularités régies. Si l'élément de référence  
10    primaire est un plan et si le bloc de commande de particularité contient les indications "position vraie, diamètre, 0,060 (1,524 mm) M A", où A est un plan, ce plan A commande physiquement l'orientation de la pièce en contact. Cela signifie que la pièce en  
15    contact doit faire contact sur les trois points élevés du plan A indiqué comme étant l'élément de référence primaire, et la surface en contact pourra se déplacer d'un mouvement de translation et de rotation, mais sera  
obligée de rester coplanaire à la surface A de l'élément de référence. Un exemple d'un tel résultat de  
20    dimensionnement peut être observé sur la figure 13A,g,a, qui représente une pièce en contact (un calibre en l'occurrence) pour la pièce 41 et qui peut se déplacer d'un mouvement de translation dans les directions XT  
25    et YT et peut tourner autour de ZTX. On voit aussi que pour des indications de bloc de commande de particularité "position vraie, diamètre ,060 (1,524 mm) point de référence A", où A est un plan, la pièce en contact ou le calibre de la figure 13A,e,a, s'applique, ce qui  
30    permet la translation de la pièce en contact par rapport à la pièce 41 de la figure 12 dans les directions XT et YT et la rotation autour de l'axe ZT. Mathématiquement, l'élément de référence A réduit la  
liberté de mouvement permise d'un mouvement totalement  
35    non limité (trois directions de translation dans les

deux sens et trois directions de rotation dans les deux sens) à trois degrés de liberté: translation le long de XT et YT et rotation autour de ZT.

Si l'élément de référence primaire est un trou ou un bossage, les symboles M ou S sont utilisés comme cela a été décrit plus haut. Si l'état de matériau spécifié sur l'élément de référence primaire est l'état de maximum de matériau MMC (ou M), le bloc de commande de particularité peut se présenter comme suit:

10           O O ,060 M D

Dans ce qui précède, le trou 46, représenté comme étant l'élément de référence D sur la figure 12, commande physiquement l'orientation de la pièce en contact pour la pièce 41. L'axe de la pièce en contact est forcé à être parallèle à l'axe du trou de référence D. D'une façon analogue, la broche 49 sur le calibre de la figure 13B,e,a est forcée à être parallèle à l'axe du trou de référence D. Une fois que l'élément de référence et la pièce en contact (ou le calibre) sont orientés correctement, les particularités en contact peuvent se déplacer d'un mouvement de rotation et tourner dans les limites des éléments de référence là où ceux-ci sont des trous comme D, et à entourer les éléments de référence et se déplacer d'un mouvement de translation et tourner autour des éléments de référence là où ceux-ci sont des bossages. Géométriquement, la pièce en contact peut se déplacer d'un mouvement de translation le long des axes XT et YT, et tourner autour de l'axe ZT, comme on le voit sur la figure 13B,f,a, par exemple. Cependant, la pièce en mouvement est toujours maintenue dans les limites de l'élément de référence pour les trous de référence (D), ou est toujours maintenue autour de l'élément de référence pour les bossages de référence (E). Mathématiquement, l'élément de référence D réduit la liberté de mouvement

permise de six degrés de liberté, ne permettant aucune limitation du mouvement, à trois degrés de liberté. De plus, un trou ou un bossage de référence limite l'amplitude de translation le long des axes XT et YT de la valeur de l'écartement entre la particularité formant élément de référence et la particularité de la pièce en contact.

Si l'état de matériau sur l'élément de référence primaire est "sans tenir compte des dimensions de la particularité" (RFS), indiqué sur S, le bloc de commande de particularité se présente de la façon suivante: 0 0 ,60 S D, où D est un trou ou un bossage. Dans les exemples représentés, l'élément de référence D est un trou comme on le voit sur la figure 12. Physiquement, le trou 46 commande l'orientation de la pièce en contact en forçant l'axe de celle-ci à être parallèle à l'axe du trou (ou du bossage) de référence. Une fois que l'élément de référence et la pièce en contact sont orientés correctement, la particularité en contact n'est autorisée qu'à tourner autour de l'axe établi par l'élément de référence. Aucune translation n'est autorisée comme avec le modificateur d'état de maximum de matériau MMC désigné par M décrit plus haut. Cela est illustré par la figure 13C,e,a, dans laquelle la rotation n'est permise qu'autour de l'axe ZT. C'est ainsi que, dans ce cas, la spécification "sans tenir compte des dimensions de la particularité" (RFS) réduit mathématiquement la liberté de mouvement permise entre la pièce 41 et la pièce en contact d'un état à six degrés de liberté sans limitation à un état à un seul degré de liberté ZTR.

Le système CIGMA vérifie la syntaxe des indications de dimensions à la norme ANSI, comme cela a déjà été mentionné plus haut. Passant maintenant à la figure 14, on voit qu'elle représente une pièce

usinée 54 comportant 7 trous 56. Comme on le voit sur la figure 14, l'élément de référence B est une lèvre ou un bossage sur la pièce 54. Si on lit les indications du bloc, on voit que l'élément de référence B n'est pas modifié par une indication d'état de maximum de matériau M ni une indication "sans tenir compte des dimensions de la particularité" S. C'est une erreur puisque l'état du bossage n'est pas défini complètement sans une telle indication et il ne peut donc être un élément de référence utile. Le même raisonnement s'appliquerait si B était un trou de référence. Le bloc doit donc contenir les indications suivantes: 0 00 M D B S F. Le système reconnaît l'erreur, l'indique sur l'écran et invite l'utilisateur à corriger les indications de tolérances pour qu'elles apparaissent sous la forme correcte indiquée ci-dessus.

Passant maintenant à la figure 15, on y voit des indications à la norme ANSI pour deux trous taraudés 57 dans la pièce 54, dans lesquelles les diamètres des trous sont tolérancés à l'état de maximum de matériau. Si cela n'est pas une véritable erreur du point de vue des normes de tolérances, il n'est pas moins vrai que les trous sont taraudés et que l'indication M impose la mesure des crêtes des filets et des fonds des filets pour vérifier leur conformité. Cela est visiblement peu pratique, tant du point de vue de la mesure que du point de vue de l'utilisation. Le calibre de contrôle construit par le système CIGMA ne reconnaîtra pas l'indication de maximum de matériau. Tout ce qui est nécessaire, c'est le positionnement correct de l'élément de fixation fixe qui se visse dans les filets. En conséquence, le système CIGMA affiche un avertissement que le calibre de contrôle construit par le système sera construit "sans tenir compte des dimensions de la particularité" et invite l'utilisateur à remplacer

M par S pour la tolérance de position vraie du diamètre du trou.

Les calibres des figures 13A à C sont présentés sur l'écran du système CIGMA dans un système de coordonnées XYZ et ne représentent que les particularités régies de la pièce pour laquelle ils sont construits pour la contrôler mathématiquement. C'est pourquoi l'indication relativement simple qui n'indique que l'élément de référence A pour la pièce 41 de la figure 12 amène le système CIGMA à construire un calibre relativement simple comme on le voit à la figure 13A, e, a. Ce calibre ne se compose que de quatre trous 47 pratiqués dans le plan de référence A. On voit que les indications plus restrictives de la figure 13A, h, d utilisent comme éléments de référence le plan A, le trou D et le bossage E de la pièce 41 de la figure 12. Par conséquent, les trous 47 apparaissent avec la broche conique 48 (parce que l'élément de référence D est modifié par le symbole "sans tenir compte des dimensions de la particularité" S et un trou conique 51 (parce que le bossage de référence E est aussi modifié par le symbole S). Le calibre pour les indications de commande de particularité pour les plans de référence primaire, secondaire et tertiaire A, B et C, respectivement, est représenté à la figure 13A, f, b, sur laquelle des rebords 52 et 53 sont prévus sur le calibre pour un contact forcé avec les éléments de référence C et B, respectivement. Un système de coordonnées est aussi présenté avec chacun des calibres des figures 13A à C, ce système de coordonnées comprenant les trois axes le long desquels une translation peut avoir lieu ou autour desquels une rotation peut avoir lieu en conformité avec les degrés de liberté (DF) qui restent après la fixation des tolérances.

Une description des fonctions du module de

contrôle 37 de la figure 10 est donnée ci-après.  
Les calibres de contrôle des figures 13A à C sont  
mémorisés dans l'ordinateur comme cela a été décrit  
plus haut à l'occasion de la description du module de  
5 calibre 36. Une représentation tridimensionnelle pour  
conception assistée par ordinateur de la pièce à  
contrôler est aussi mémorisée dans l'ordinateur.  
L'ordinateur connaît la forme de la pièce de sorte  
qu'il peut créer un chemin de contrôle commode. La  
10 configuration du capteur (groupe de palpeurs) dépend  
de la forme de la pièce. Le groupe de palpeurs 22 de  
la figure 5 utilise du matériel courant fabriqué par  
la société Renishaw Corporation. Un type de palpeur  
22a est une tige avec une extrémité en rubis. Le cap-  
15 teur est sensible à la pression et est déplacé d'un  
point à l'autre autour de la pièce contrôlée, sur  
l'organe coulissant du robot.

Le logiciel du système CIGMA passe maintenant  
à la définition du chemin de contrôle. Il y a deux  
20 options pour la définition du chemin de contrôle. Dans  
la première option, on utilise les particularités  
critiques et majeures précédemment définies sur la  
pièce à contrôler telles qu'elles sont représentées  
par le calibre de contrôle mémorisé. Le calibre de  
25 contrôle, comme cela a déjà été décrit plus haut,  
utilise les indications GD (dimensionnement géométrique)  
et T (fixation des tolérances) du dessin de la pièce  
comme elles existent dans la représentation CAO de la  
pièce mémorisée dans l'ordinateur. Le logiciel choisit  
30 un palpeur approprié dans le groupe de palpeurs 22  
(figure 5) et crée un chemin logique dans les trois  
dimensions pour le contrôle des particularités exigées.  
Les particularités exigées sont celles qui sont consi-  
dérées comme critiques ou majeures dans le calibre de  
35 contrôle. C'est ainsi que dans cette option, les

modèles de calibre de contrôle sont utilisés pour déterminer le chemin de contrôle.

Dans une autre option utilisable pour définir le chemin de contrôle, l'utilisateur ou l'opérateur choisit la particularité de la pièce à contrôler. Le logiciel, qui connaît la configuration du groupe de palpeurs, désigne alors le palpeur approprié 22a du groupe de palpeurs 22, à utiliser pour le contrôle de cette particularité de la pièce et crée le chemin de contrôle d'après le modèle à CAO contenu dans l'ordinateur. A ce stade, cinq types de particularités peuvent être choisis par l'utilisateur dans le mode de définition du chemin de contrôle définissable par l'utilisateur: particularités filetées, trous, bossages, surfaces planes et bords.

Le chemin de contrôle peut être modifié de plusieurs façons. L'utilisateur peut indiquer la partie de chemin à modifier sur l'écran cathodique du système CIGMA et introduire de nouvelles coordonnées pour tout point modifié du chemin de contrôle par l'intermédiaire du clavier du système. Alternativement, un nouveau point ou une nouvelle coordonnée peut être ajouté au chemin de contrôle en positionnant le curseur sur l'écran au nouveau point et en l'introduisant par pression sur une touche appropriée du clavier. De plus, des points du chemin de contrôle peuvent être supprimés en désignant le point à supprimer à l'aide du curseur sur l'écran et en appuyant sur une touche appropriée du clavier. Une modification peut aussi être effectuée dans le chemin de contrôle en ce qui concerne la "distance d'approche". Tout contact entre un palpeur 22a et une pièce implique un positionnement approprié du palpeur à une distance nominale du point de contrôle appelée "distance d'approche". Après le contrôle, le palpeur 22a est reculé jusqu'à une distance appelée "distance de rétraction".



L'une et l'autre de ces deux distances peuvent être modifiées au clavier pour modifier manuellement le chemin de contrôle.

Maintenant que le chemin de contrôle est  
5 défini, le logiciel du système CIGMA commence le processus d'orientation de ce chemin. L'emplacement de la pièce est situé dans certaines limites appelées "enveloppe de la machine". Une certaine orientation prédéterminée approximative de la pièce est nécessaire  
10 dans les limites de l'enveloppe de la machine telle qu'elle est représentée sur l'écran cathodique, de sorte que la pièce est dans une orientation connue approximativement. Le groupe de palpeurs est déplacé pour venir toucher la pièce sur certaines particularités  
15 connues facilement accessibles de la pièce pendant que celle-ci est dans cette orientation. Des exemples de telles combinaisons de particularités qui permettent l'identification de l'orientation sont, dans n'importe lequel des trois plans, un plan et deux trous, un plan  
20 et un cylindre dont l'orientation de l'axe est connue, etc. Après le processus d'orientation du chemin de contrôle, un processus d'étalonnage du groupe de palpeurs est commencé. On conçoit que le groupe de palpeurs soit  
lui-même construit avec des tolérances sur la position  
25 effective de l'extrémité des palpeurs 22a par rapport au corps du groupe 22. Un dispositif d'étalonnage est disposé sur le banc de la machine de contrôle. Les dimensions du dispositif d'étalonnage sont connues avec précision. Le groupe de palpeurs est amené au-dessus du  
30 dispositif par la machine et l'extrémité de chaque palpeur est amenée en contact avec ce dispositif. Connaissant les dimensions du dispositif d'étalonnage, les mesures effectuées avec le groupe de palpeurs permettent de déterminer les erreurs éventuelles, et les valeurs  
35 de compensation correspondantes sont ensuite mises en

mémoire pour être appliquées ultérieurement aux résultats des contrôles effectifs.

Une description du module de commande de travail 39 de la figure 10 est donnée ci-après. La  
5 partie commande de travail du logiciel du système CIGMA définit séquentiellement les étapes nécessaires pour exécuter un travail déterminé avant toute exécution d'un travail. Pour commencer, le système CIGMA est informé de l'identité d'une certaine sorte de machine  
10 qui sera reliée au système. Par exemple, une fraiseuse à commande numérique Cincinnati peut être connectée au système CIGMA.

La commande ATTACH est représentative du langage de commande de travail utilisé dans le système  
15 CIGMA. La commande ATTACH est utilisée pour connecter le système CIGMA à la machine spécifiée à mesure de coordonnées ou à commande numérique centralisée. Lorsque la commande ATTACH est rencontrée dans le fichier JOB, la machine spécifiée est d'abord "connectée" au système CIGMA. Le nom du dispositif utilisé  
20 dans la procédure d'affectation de l'ordinateur doit être défini par le nom logique "CIG MACHINE". Cela est effectué en dehors du travail considéré. Par exemple, le fichier de procédure peut contenir la commande  
25 suivante: ASSIGN TXC3: CIG\_MACHINE. Certaines instructions de l'opérateur sont données au moment où la commande ATTACH est exécutée. Ces instructions dépendent du type de la machine utilisée. Lorsque les actions demandées sont terminées, l'exécution du travail continue. Si la machine ne peut pas être effectivement connectée, l'exécution du travail ne va pas  
30 plus loin. Ce qui suit illustre le langage de commande de travail utilisé conjointement à la commande ATTACH.

FORMAT; ATTACH (type de machine)

35 PARAMETRES: (type de machine)

Le type de machine spécifié dans la commande ATTACH peut être l'un des suivants:

- . CINCINNATI pour les machines Cincinnati Milicron 5VC
- 5     . DEA pour la machine CMM DEA
- . AUTOMATIX pour le robot laser CMM AUTOMATIX
- . SIMULATE pour les JOBS d'essai et de mise au point de programme.

10     La machine SIMULATE invite l'opérateur à lui fournir les données nécessaires pour simuler les données mesurées recueillies sur une machine. Cela est utile pour contrôler la qualité du logiciel.

15     . ECHO pour contrôler des JOBS. La machine ECHO fait écho à une mesure parfaite. Cela est utilisé pour vérifier si un travail se déroulera correctement quand une pièce est faite correctement.

      . WALDRICH pour les machines WALDRICH COBURG.

#### Qualificateurs

20     /TOLL\_NUMBER=nnn

      /TOLL+NUMBER spécifie le numéro de l'outil à sélectionner pendant l'étape ATTACH. S'il est fourni, l'outil demandé est chargé dans la SPINDLE quand la machine est connectée. Cela peut être utilisé si le fichier de données de commande numérique ne contient pas de changement d'outil ou si le chemin de l'outil à commande numérique du modèle à CAO ne spécifie pas un TOOL au processeur du poste. Cette option est destinée à être utilisée uniquement sur les machines à commande numérique centralisée et les machines à mesure de coordonnées ou sur les machines à commande numérique centralisée seulement. Elle est ignorée sur toutes les autres machines.

30

#### Opérations annexes:

35     Une commande ATTACH doit être utilisée avant de pouvoir utiliser une commande quelconque du type

DNC ou CMM. Si une commande ATTACH n'est pas utilisée, un message d'erreur relative au système CIGMA est affiché. La commande DISCONNECT peut être utilisée pour libérer le dispositif pour qu'il puisse être  
5 utilisé par un autre processus.

Exemple:

ATTACH/TOOL=9999 SIMULATE

Cette information relative au type de machine connectée au système CIGMA sert à "réveiller" celui-ci.  
10 Le système CIGMA exécute ensuite le processus d'étalonnage décrit au sujet du module de contrôle 37.

La commande CALIBRATE est aussi représentative du langage de commande de travail du système CIGMA. La commande CALIBRATE est utilisée pour mesurer la  
15 géométrie effective d'un groupe de palpeurs 22 avant de l'utiliser. Le système CIGMA nécessite que tous les palpeurs 22a soient étalonnés avant qu'ils soient utilisés pour mesurer une pièce. Si les caractéristiques géométriques exactes des palpeurs sont connues et si  
20 la conception du groupe de palpeurs dans le système est exacte, ou si un contrôle est désiré, un palpeur peut être étalonné pour les valeurs nominales mémorisées dans le système de CAO. Si les résultats d'un étalonnage antérieur doivent être utilisés, ces résultats  
25 peuvent être lus dans un fichier de données. La table d'étalonnage est définie comme le vecteur allant du point de référence du groupe de palpeurs au centre de l'extrémité sphérique de chaque palpeur. Ce qui suit illustre le langage de commande de travail utilisé  
30 conjointement à la commande CALIBRATE.

FORMAT: CALIBRATE (numéro de processus)

CALIBRATE/DESIGN

CALIBRATE/FILE=[nom de fichier]

CALIBRATE process\_number

35 PARAMETERS

Dans cette forme de la commande CALIBRATE, le numéro de processus à utiliser est donné comme paramètre. Cette forme est utilisée quand un étalonnage CLUSTER effectif est à effectuer. Noter que l'emploi de FILE, DESIGN ou tout autre qualificateur n'est pas permis (c'est-à-dire qu'il y a trois formes différentes de la commande CALIBRATE).

#### Qualificateurs

/OUTPUT\_\_FILE= [file\_\_name]

10 Les résultats de l'étalonnage sont mémorisés dans le fichier spécifié. Ce fichier peut être consulté ultérieurement par le système CIGMA pour étalonner un palpeur au lieu d'utiliser du temps machine pour cet étalonnage.

15 /MAXTIPERR= [real\_value]

La valeur MAXTIPERR est utilisée pour limiter la distance à laquelle l'extrémité de chaque palpeur peut se trouver de la valeur nominale. Chaque position mesurée par rapport à la position nominale est contrôlée pour vérifier si elle est dans les limites de cette valeur MAXTIPERR de la position nominale. Si l'erreur est supérieure à cette valeur, le système CIGMA arrête le processus et affiche un message d'erreur. Si le qualificateur MAXTIPERR n'est pas spécifié ou si la valeur spécifiée est 0.0, aucun contrôle n'est effectué.

/MAXRADERR=[real\_\_value]

30 La valeur MAXRADERR est utilisée pour limiter la différence qu'il peut y avoir entre le rayon effectif de l'extrémité sphérique du palpeur et le rayon nominal. Si cette valeur n'est pas spécifiée, aucun contrôle n'est effectué.

/MAX\_VARIATION

35 Cette valeur est utilisée pour limiter l'écart maximal des extrémités calculées des palpeurs. Le

- processus d'étalonnage crée cinq points autour d'une sphère 10 (figure 1) pour étalonner chaque extrémité de palpeur. Il en résulte cinq diamètres calculés pour chaque extrémité sphérique de palpeur. Ces valeurs
- 5 fournissent une valeur moyenne. Si l'écart par rapport à la moyenne pour une extrémité de palpeur quelconque est supérieur à MAX\_VARIATION, le système CIGMA arrête le processus et affiche un message d'erreur.
- /TOOL=[tool number]
- 10 Si /TOOL est spécifié, l'outil désigné est chargé dans la broche avant que le processus d'étalonnage soit exécuté.
- CALIBRATE/DESIGN
- 15 Il n'y a pas d'autres paramètres ou qualificateurs utilisés avec cette forme de la commande CALIBRATE. Cette commande spécifie que les valeurs nominales de PROBE CLUSTER doivent être utilisées pour étalonner le groupe de palpeurs.
- CALIBRATE/FILE=[file\_\_name]
- 20 Il n'y a pas d'autres paramètres ou qualificateurs utilisés avec cette forme de la commande CALIBRATE. Cette commande spécifie que les valeurs d'étalonnage doivent être lues dans un fichier d'étalonnage. Nota: le nom du groupe de palpeurs est
- 25 contenu dans le fichier d'étalonnage et doit correspondre au groupe de palpeurs qui doit être utilisé dans le fonctionnement de la machine pendant les opérations de contrôle qui suivent.
- Opérations connexes:
- 30 Les commandes ORIENT et INSPECT reposent sur l'étalonnage du groupe de palpeurs. Si une opération INSPECT ou ORIENT est essayée avec un palpeur non étalonné, un message d'erreur est affiché et le
- 35 système CIGMA arrête le processus. De même, si une commande INSPECT ou ORIENT utilise un CLUSTER différent

de celui qui a été étalonné auparavant, un message d'erreur est affiché et le système CIGMA arrête le processus.

Exemple:

5 CALIBRATE/DESIGN  
CALIBRATE/FILE=/STAR\_CLUSTER.CAL  
CALIBRATE/OUTPUT=STARD\_\_\_\_\_CLUSTER.CAL/MAXTIP  
ERR=.0001 901

Après exécution de la commande CALIBRATE dans la commande du travail, on aligne manuellement le curseur sur un point du modèle à CAO mémorisé dans l'ordinateur. Un coin est un point utile pour une désignation manuelle parce qu'il est facile d'aligner le curseur avec précision sur ce type de point. La description en CAO de l'orientation de la pièce pour laquelle la séquence de commande de travail est créée est présentée sur l'écran. Ensuite, le processus d'orientation décrit avec le module de contrôle est amorcé. Le processus d'orientation peut avoir lieu pour différentes utilisations. Le travail à exécuter peut couvrir l'usinage de nouvelles particularités sur une pièce ou le contrôle de particularités usinées. Il est possible d'exécuter l'une ou l'autre de ces fonctions à partir des éléments de référence définis initialement. Par ailleurs, dans certains cas il peut être souhaitable d'usiner de nouvelles particularités et de faire suivre immédiatement cet usinage d'un contrôle des particularités nouvellement usinées à partir des éléments de référence mentionnés ci-dessus. De cette façon, une pièce peut être littéralement fabriquée pas à pas et contrôlée pas à pas par rapport aux éléments de référence contenus dans le modèle à CAO et les calibres de contrôle décrits plus haut.

Après avoir exécuté le processus de contrôle pas à pas de façon alternée fabrique-contrôle ou en une

seule fois pour la pièce fabriquée entière, ou une combinaison quelconque des deux formules, la commande du travail passe à l'analyse des résultats du contrôle. L'analyse se déroule pour la simulation de la façon qui sera décrite plus loin pour le module d'analyse 38. Après l'étape d'analyse dans la définition de la commande de travail, une commande est émise pour déconnecter la machine et le système CIGMA est mis hors circuit.

10 D'autres fonctions sont prévues dans toute la génération de la séquence de commande de travail, qui peuvent être nécessaires pendant un travail particulier. Certaines présentations sur l'écran peuvent être prévues à des fins particulières pendant l'exécution d'un travail. 15 Il peut être prévu des messages destinés à l'opérateur, qui sont particuliers à ce travail. Lorsque toute cette préparation est terminée, y compris les autres fonctions ou les fonctions spéciales pour un travail particulier, cette séquence de commande de travail est simulée en l'exécutant de telle façon que 20 son exécution puisse être observée par l'opérateur qui vient de la créer. Lorsque l'opérateur est satisfait après avoir observé le déroulement de la séquence, il peut appeler à volonté la commande de travail.

25 Lors de l'exécution réelle de la commande de travail à l'atelier, l'identification de la machine connectée fournit au logiciel du système CIGMA les informations relatives aux outils disponibles ou aux dispositifs de contrôle disponibles, ou aux deux. 30 L'opérateur sélectionne ensuite "Exécuter le travail" et le processus d'étalonnage du groupe de palpeurs se déroule alors comme cela a été décrit plus haut. Le point désigné sur la pièce pour l'orientation de celle-ci, après qu'elle a été orientée approximativement en 35 conformité avec sa représentation sur l'écran, clignote



sur celui-ci et l'opérateur approche manuellement le palpeur du point correspondant sur la pièce. La commande "Exécuter l'orientation" est ensuite introduite au clavier et le logiciel du système CIGMA relaie l'opérateur dans la commande du travail. Les particularités prédéterminées de la pièce telles qu'elles sont désignées par la commande de travail sont ensuite usinées sur la pièce si cela est inclus dans cette commande de travail ou le contrôle de ces particularités usinées est effectué, ou les deux l'un après l'autre. Les résultats du contrôle sont mémorisés dans l'ordinateur et leur analyse, qui sera décrite ci-après, est effectuée par le module 38 de la figure 10. A la fin de la séquence de commande de travail, la commande de déconnexion de la machine est introduite au clavier et le processus est arrêté.

Le module d'analyse 38 de la figure 10 qui a été mentionné ci-dessus est décrit ci-après. Deux fonctions sont remplies par le module d'analyse: l'analyse du calibre et l'analyse de commande statistique de processus (SPC). Ces analyses peuvent être effectuées simultanément ou séparément par le système CIGMA. L'analyse du calibre est décrite ci-après, l'interrogation étant "Cette pièce est-elle correcte?". Les calibres qui sont applicables sont désignés par le programme de commande de travail. Les calibres sont placés sur la pièce telle qu'elle a été construite d'après les résultats du contrôle, et le système CIGMA essaie d'ajuster les calibres sur la pièce dans les degrés de libertés permis. Si le calibre s'ajuste, le contrôle est terminé. Si le calibre ne s'ajuste pas, une analyse de possibilité de retouche est effectuée. S'il est déterminé, comme cela a été décrit plus haut, que la pièce peut être retouchée, la manière dont cette retouche peut être exécutée est communiquée à l'opérateur.

Si le calibre ne s'ajuste pas, aucune retouche n'est possible, la machine est déconnectée et le travail considéré est arrêté.

En ce qui concerne l'analyse de commande statistique de processus, l'interrogation est

5 "Est-ce que la machine-outil usine les pièces de la même façon que lorsqu'elles étaient acceptables?". Un registre de nombres de contrôles effectués pour chaque particularité contrôlée sur chaque pièce est conservé

10 dans le fichier du système CIGMA. Ce registre contient une répartition de valeurs qui est contenue dans les limites des tolérances définies de la pièce pour la population qui a été contrôlée. Cette population est utilisée comme référence pour les mêmes particularités

15 contrôlées sur des pièces par la suite. Une répartition normale, dans les limites de laquelle une valeur de plus ou moins trois sigmas est acceptable (99,7% de la population), est définie par ce moyen dans les limites des tolérances définies de la pièce. Quand une parti-

20 cularité contrôlée sort de l'intervalle de plus ou moins trois sigmas (3 sur 1000), un drapeau de dépassement de tolérances est affiché pour ce processus. Cela se produit même si la pièce est quand même dans les limites des tolérances de la particularité. Une inves-

25 tigation est immédiatement entreprise. Le point de mesure situé en dehors de l'intervalle de plus ou moins trois sigmas peut être dû à plusieurs causes. Ces causes comprennent un nouvel opérateur, un montage de contrôle desserré, des matériaux défectueux ou non

30 conformes, un outil usé, etc. Le changement nécessaire est alors effectué pour corriger le processus non nominal. Environ cinq pièces sont ensuite usinées et, si toutes sont bonnes, le processus est considéré comme redevenu nominal et son déroulement est poursuivi.

35 Si une ou plusieurs pièces sont mauvaises, l'investigation

continue.

Lorsqu'une indication de processus non nominal est donnée, l'opérateur peut rappeler une liste des données antérieures. Il peut appeler un diagramme d'exécution qui montre comment la particularité en question apparaît à la suite de processus de contrôle, ou il peut appeler un diagramme dit à barres X qui est une représentation de la moyenne des échantillons de contrôle. Il peut aussi appeler un diagramme R, qui représente l'intervalle de points de contrôle pour cette particularité dans ce travail. Disposant de ces informations, l'opérateur est mieux équipé pour désigner l'une des sources potentielles mentionnées ci-dessus pour l'état non nominal du processus. C'est ainsi qu'un moyen intelligent est fourni pour faire le changement mentionné ci-dessus avant d'usiner l'échantillon de cinq pièces pour déterminer si le processus est redevenu nominal.

Le module de tolérances 40 de la figure 10 est décrit ci-après. Le module de tolérances 40 est écrit dans le logiciel du système CIGMA pour être utilisé par les ingénieurs d'études et non par les ingénieurs en contrôle de la qualité ni les ingénieurs de fabrication. Deux fonctions distinctes sont remplies par le module de tolérances, la première d'entre elles étant la moins complexe. Il est reconnu depuis longtemps qu'il est difficile pour l'ingénieur d'études de concevoir deux pièces conjuguées avec des tolérances pour les particularités des pièces qui garantissent l'assemblage sans interférence pour tous les états des deux pièces dans les limites des tolérances fixées.

Souvent, un ingénieur conçoit et tolérance une pièce tandis qu'un autre ingénieur conçoit et tolérance la pièce conjuguée. Le système CIGMA mémorise les données décrivant les deux pièces en contact

avec les tolérances correspondantes suivant la norme ANSI et examine l'assemblage des pièces si les dimensions de chaque pièce correspondent au cas le plus défavorable des tolérances pour l'ensemble. Le système CIGMA vérifie aussi si l'une des pièces en contact est décrite avec la dimension GD et T (dimensionnement géométrique et fixation des tolérances correcte et les tolérances de la dimension GD et T de la pièce en contact. De cette façon, les pièces en contact peuvent être identifiées en ce qui concerne 1°) l'interférence éventuelle des matériaux, et 2°) les contradictions de définition des éléments de référence entre les deux pièces. En résumé, la première fonction du module de tolérances contrôle les valeurs des tolérances qui ont déjà été fixées par l'ingénieur d'études, ou les ingénieurs d'études, et indique à l'utilisateur du système CIGMA s'il y a un risque d'interférence des matériaux ou s'il y a contradiction dans les indications d'éléments de référence qui permettrait à une pièce en contact correctement tolérancée d'être "dans les tolérances" avec "ajustement impossible".

La deuxième fonction du module de tolérances 40 de la figure 10 est l'analyse des éléments de fixation fixes ou flottants. Une grande partie des tolérances portées sur les dessins de pièces mécaniques servent à indiquer l'emplacement de particularité qui servent à maintenir des pièces ensemble au moyen d'éléments de fixation. Il convient de noter qu'un élément de fixation fixes est représenté par une vis qui passe dans un trou avec jeu dans une pièce et se visse dans un trou fileté dans une pièce en contact. Un élément de fixation flottant est représenté par une vis qui passe dans un trou avec jeu dans une pièce et dans un trou correspondant avec jeu dans la pièce en contact, et sert à maintenir ensemble les deux pièces

au moyen d'un écrou, par exemple, vissé sur les filets de l'élément de fixation, du côté opposé de la pièce en contact. Cette deuxième fonction du module de tolérances sert à créer les valeurs de tolérances qui doivent être spécifiées par l'ingénieur d'études sur les dessins pour la pièce représentée et la pièce en contact.

La procédure suivie par l'utilisateur pour effectuer l'analyse des éléments de fixation flottants dans la deuxième fonction du module de tolérances comprend initialement le choix de l'élément de fixation à utiliser. Les éléments de fixation sont décrits comme ayant des diamètres de corps et des dimensions de tête (sur les vis à tête prismatique, par exemple) normalisés qui définissent l'aire de portée sous la tête. Ces descriptions d'éléments de fixation peuvent être trouvées dans les tableaux de normalisation des pièces mécaniques. L'utilisateur désigne alors les emplacements sur une pièce où les éléments de fixation choisis doivent être utilisés. Cela est effectué en plaçant un curseur sur un point de fixation sur une représentation à l'écran de la pièce et en introduisant les informations en mémoire par l'intermédiaire du clavier, comme cela a été décrit plus haut pour d'autres fonctions du système CIGMA. L'utilisateur désigne ensuite sur la pièce présentée les éléments de référence qui doivent être utilisés pour positionner les particularités sur la pièce, telles que les trous dans lesquels les éléments de fixation doivent être placés, et introduit les données des éléments de référence dans le système CIGMA à l'aide du clavier. Le système CIGMA calcule alors le diamètre optimal des trous pour l'élément de fixation et la position vraie des trous sur la pièce en contact, tout en examinant les modèles à CAO de la pièce et de la pièce et de la pièce en contact qu'il a en mémoire. Les diamètres optimaux supérieur et

inférieur des trous à pratiquer dans les deux pièces sont calculés de telle façon que toute la surface de portée de la tête d'une vis de fixation soit en contact avec la surface de la pièce qu'elle traverse. Il est évident que la conception d'un assemblage est défec-  
5 tueuse si des trous prévus dans une des deux pièces pour recevoir un élément de fixation sont si grands qu'ils s'étendent à l'extérieur de la partie de maintien de l'élément de fixation (tête de la vis).

10 Le système CIGMA tient aussi compte des caractéristiques de l'outil à utiliser pour créer la particularité de la pièce. Par exemple, un foret qui s'use fait un trou plus grand et les tableaux de construction mécanique indiquent la valeur de cet  
15 élargissement. Un foret de 0,593 pouce (15,081 mm) de diamètre, par exemple, ne fera jamais un trou de plus de 0,625 pouce (15,875 mm) de diamètre, même s'il ne coupe plus du tout. Le système CIGMA, connaissant ces faits, en tient compte pour fixer les tolérances de la  
20 pièce considérée et de la pièce en contact.

A titre d'exemple de la fixation des tolérances de trous par le système CIGMA pour des éléments de fixation flottants, la figure 16 représente une  
25 pièce 57 dans laquelle sont pratiqués quatre trous traversants avec jeu 58. Dans cet exemple, un boulon à fût de 0,500 pouce (12,700 mm) de diamètre et à tête de 0,750 pouce (19,050 mm) de diamètre est choisi par l'ingénieur d'études pour fixer la pièce 57 à une pièce  
30 en contact 59 ayant aussi quatre trous traversants avec jeu 61. Si les trous 58 ne dépassent jamais 15,875 mm de diamètre, la surface de portée sous la tête de la vis couvrira les trous 58. Un foret de 15,081 mm, qui ne peut percer un trou de diamètre supérieure à 15,875 mm comme cela a été mentionné plus haut, est  
35 choisi et le diamètre indiqué pour les quatre trous est

de 0,593 pouce plus 0,032 pouce (15,081 mm plus 0,812 mm), ce qui permet un diamètre maximal de trou de 15,875 mm. Le diamètre minimal du trou est la différence entre 15,981 mm et le diamètre du fût de la vis, ce qui fait que la tolérance "moins" sur le diamètre du trou devient 0,093 pouce (2,381 mm), de sorte que le diamètre du trou ne peut jamais être inférieur à 12,700 mm. Les indications à la norme ANSI apparaissent, par conséquent, sous la forme suivante: position vraie, diamètre, tolérance zéro à l'état de maximum de matériau par rapport à l'élément de référence A (face supérieure de la pièce 57) comme cela apparaît sur la figure 16.

Lorsque le système CIGMA est informé qu'un élément de fixation fixe est en train d'être tolérancé par rapport aux pièces en contact, les informations à introduire dans le système par l'utilisateur sont les mêmes que dans le cas précédent d'un élément de fixation flottant. De plus, le système CIGMA demande l'épaisseur de la pièce qui comporte les trous avec jeu et celle de la pièce en contact qui comporte un ensemble correspondant de trous taraudés, comme cela a été décrit plus haut. Dans ce cas, la pièce qui comporte des trous avec jeu a des tolérances de diamètre de trous du côté "plus", ce qui est la même chose que dans le cas de l'analyse des éléments de fixation flottants, mais la tolérance négative sur le diamètre des trous avec jeu est diminuée, parce que l'élément de fixation, lorsqu'il est vissé dans le trou fileté correspondant de la pièce qui comporte les trous filetés, ne peut visiblement pas bouger. Les trous avec jeu de la pièce flottante doivent, par conséquent, avoir des tolérances plus serrées. Le système CIGMA reconnaît cette nécessité pendant l'analyse des éléments de fixation fixes et, à titre de comparaison,

la tolérance négative sur le diamètre des trous 61 de la pièce 59 de la figure 16, en supposant pour cet exemple que ce sont des trous taraudés pour recevoir l'élément de fixation, serait de 0,062 pouce (1,575 mm) à l'état de maximum de matériau, où l'épaisseur de la pièce 57 est prise en considération. Les indications à la norme ANSI pour les quatre trous taraudés 61 de la figure 16 se présentent alors sous la forme suivante:

1/2 13 UNC-2B  
 0 0 0,062 M A  
 0,510 P

Les planches 33 à 48 donnent une liste abrégée de programme d'ordinateur décrivant une manière dont un tel programme peut être établi pour faire fonctionner le système selon l'invention en effectant les analyses, la commande de travaux et la fixation des tolérances par module de programme, selon l'invention.

Copyright F&C Corporation 1987.

Il va sans dire que l'invention n'est nullement limitée à la forme de réalisation préférée décrite ici à titre d'exemple et que des modifications et changements peuvent être apportés à celle-ci sans sortir du cadre de l'invention.



REVENDICATIONS

1. Procédé de contrôle d'une pièce structurale (17) ayant des particularités dimensionnelles et des indications de tolérances connues, ce procédé
- 5 utilisant un ordinateur (11) relié à un appareillage de mesure de position déplaçable multidimensionnel (14,19), pour déterminer les positions de particularités structurales sur la pièce (17), caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à:
- 10 - construire un modèle multidimensionnel (21) d'un calibre de contrôle utilisant les indications de dimensions et de tolérances de la pièce (17);
- créer un chemin de contrôle par rapport à la pièce, qui définit le mouvement de l'appareillage de
- 15 mesure de position;
- déplacer l'appareillage (14,19) de mesure de position le long du chemin de contrôle;
- construire un modèle multidimensionnel (20) de la pièce structurale (17) en utilisant les positions mesurées des particularités structurales; et
- 20 - comparer le modèle (21) du calibre de contrôle au modèle (20) de la pièce structurale pour déterminer si la pièce (17) est dans les tolérances ou hors tolérances d'après les résultats de la comparaison.
- 25 2. Procédé de contrôle selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend l'étape supplémentaire consistant à indiquer si la pièce (17) peut être retouchée ou est à mettre au rebut lorsqu'il est déterminé qu'elle est hors tolérances.
- 30 3. Procédé de contrôle selon la revendication 1, caractérisé en ce que les étapes de construction des modèles multidimensionnels (21,10) du calibre et de la pièce (17) comprennent des étapes de construction de modèles tridimensionnels.

4. Procédé de contrôle selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'un écran de visualisation (12) est relié à l'ordinateur (11), et que l'étape de construction d'un calibre multidimensionnel comprend les étapes consistant à:

- obtenir des données indicatives des particularités dimensionnelles et des indications de tolérances connues de la pièce structurale (17);

- visualiser un modèle (17a) de la pièce structurale déduit des données obtenues;

- sélectionner, d'après le modèle visualisé, la norme de dimensionnement et de fixation des tolérances applicable aux particularités à contrôler de la pièce; et

- sélectionner, d'après le modèle visualisé, les particularités de conception auxquelles la norme s'applique, de manière à obtenir des données indicatives du calibre.

5. Procédé de contrôle selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en outre l'étape de mémorisation des données du calibre construit.

6. Procédé de contrôle selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'un écran de visualisation (12) est relié à l'ordinateur (11), et en ce que l'étape de création d'un chemin de contrôle comprend les étapes consistant à:

- représenter le chemin de contrôle sur l'écran de visualisation;

- établir un programme de chemin correspondant au chemin représenté; et

- convertir le programme de chemin en instructions intelligibles pour l'appareillage de mesure de position mobile (14, 19).

7. Procédé de contrôle selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une

étape de mémorisation des instructions.

8. Procédé de contrôle selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape de déplacement de l'appareillage de mesure de position (14, 19) comprend les étapes consistant à:

- détecter l'orientation de la pièce structurale (17);
- orienter le chemin de contrôle pour le faire correspondre à l'orientation de la pièce; et
- déplacer l'appareillage de mesure de position le long du chemin de contrôle orienté.

9. Procédé de contrôle selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'un écran de visualisation (12) est relié à l'ordinateur (11), et que l'étape de construction d'un modèle multidimensionnel de la pièce structurale (17) comprend les étapes consistant à:

- obtenir des données dimensionnelles sur la pièce pendant que l'appareillage de mesure de position se déplace le long du chemin de contrôle relatif; et
- représenter visuellement les données dimensionnelles.

10. Procédé de contrôle selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il comprend en outre l'étape de mémorisation des données dimensionnelles de la pièce.

11. Procédé de contrôle selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'un écran de visualisation (12) est relié à l'ordinateur (11), et que l'étape de comparaison comprend les étapes consistant à:

- présenter visuellement le modèle du calibre de contrôle (21) et le modèle de la pièce structurale (20);
- superposer les modèles du calibre et de la pièce sur l'écran de visualisation (12) par une translation et une rotation appropriées; et
- détecter l'ajustement du calibre et de la pièce.

12. Procédé de contrôle selon la revendication 11, caractérisé en ce que l'étape de détection comprend des étapes de détection visuelle et de détection mathématique.

5 13. Procédé de contrôle selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'étape d'indication si la pièce (17) peut être retouchée comprend les étapes consistant à:

- modifier le modèle de la pièce structurale
- 10 dans les limites des indications de tolérances connues;
- comparer le modèle modifié au modèle du calibre; et
- indiquer que la pièce structurale peut être retouchée si le calibre s'ajuste sur la pièce modifiée,
- 15 ou doit être mise au rebut si le calibre ne s'ajuste pas.

14. Procédé de contrôle selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une étape consistant à vérifier si la syntaxe des indications de tolérances est correcte.

20 15. Procédé de contrôle selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte l'étape consistant à étalonner la position de l'appareillage de mesure de position (14, 19).

25 16. Procédé de contrôle d'une pièce structurale (17) ayant des particularités dimensionnelles critiques et majeures et des indications de tolérances en conformité avec une norme connue de dimensionnement géométrique et de fixation de tolérances, ce procédé utilisant un

30 ordinateur (11) relié à un écran de visualisation (12) et à un organe mobile (14) suivant trois dimensions portant un appareillage de mesure de position (19) fonctionnant pour déterminer les positions de particularités structurales sur la pièce (17), caractérisé en ce qu'il comprend les

35 étapes consistant à:

- obtenir les dimensions critiques et majeures et les tolérances de la pièce;
  - présenter visuellement un modèle de la pièce comportant les dimensions critiques et majeures et les tolérances;
  - 5 - sélectionner sur la représentation visuelle la norme connue de fixation de tolérances et les dimensions de la pièce auxquelles la norme connue s'applique;
  - 10 - élaborer des données représentant un calibre tridimensionnel représenté par la norme choisie de fixation de tolérances et les dimensions de la pièce;
  - créer un chemin de contrôle pour le
  - 15 contrôle des dimensions sélectionnées de la pièce;
  - ordonner à l'organe mobile suivant trois dimensions de suivre le chemin de contrôle;
  - mesurer la position des particularités de la pièce matérialisée par les dimensions sélectionnées
  - 20 de la pièce;
  - élaborer des données représentant un modèle tridimensionnel des particularités mesurées de la pièce; et
  - déterminer si le calibre s'ajuste sur le
  - 25 modèle de la pièce.
17. Procédé de contrôle selon la revendication 11, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes supplémentaires consistant à:
- retoucher le modèle de la pièce dans les
  - 30 limites des tolérances si le calibre ne s'ajuste pas; et
  - indiquer que la pièce peut être retouchée si le calibre s'ajuste sur le modèle retouché de la pièce, ou que la pièce est à mettre au rebut si le calibre ne s'ajuste pas.
  - 35 18. Procédé de contrôle selon la revendication 16,

caractérisé en ce qu'il comprend en outre une étape consistant à mémoriser les données des modèles tridimensionnels du calibre et de la pièce.

5 19. Procédé de contrôle selon la revendication 16, caractérisé en ce qu'il comporte une étape consistant à vérifier si la syntaxe des indications des tolérances critiques et majeures connues est correcte avant de construire le calibre tridimensionnel.

10 20. Procédé de contrôle selon la revendication 19, caractérisé en ce qu'il comprend une étape consistant à modifier les indications de tolérances si ces indications sont trouvées incorrectes syntaxiquement.

15 21. Procédé de contrôle selon la revendication 16, , caractérisé en ce qu'il comprend une étape consistant à étalonner l'appareillage de mesure de position (19).

20 22. Appareillage pour comparer un modèle tridimensionnel (21) d'un calibre de contrôle à un modèle tridimensionnel (20) d'une pièce fabriquée (17), cet appareillage utilisant des données de conception assistée par ordinateur pour la pièce, comprenant:

- des moyens formant ordinateur (11) reliés pour recevoir les données de conception de la pièce;
- 25 - des moyens de visualisation (12) reliés à l'ordinateur pour présenter des modèles de la pièce conçue, du calibre de contrôle et de la pièce fabriquée;
- des moyens formant clavier (13) reliés à l'ordinateur pour sélectionner des indications particulières de dimensions et de tolérances de la pièce sur la
- 30 représentation visuelle du modèle de la pièce conçue, à partir de laquelle des données décrivant le modèle du calibre de contrôle sont sélectionnées;

35 - des moyens (14) pour déplacer un organe suivant trois dimensions reliés à l'ordinateur, de manière

qu'un chemin de contrôle puisse être suivi autour de la pièce fabriquée; et

5       - un capteur de position (19) fixé à l'organe mobile et relié à l'ordinateur (11) pour détecter les positions des particularités contrôlées de la pièce, de façon à obtenir des données permettant de décrire le modèle de la pièce fabriquée, ces modèles du calibre de contrôle et de la pièce fabriquée étant comparés visuellement sur l'écran de visualisation (12) et mathématiquement par l'ordinateur (11) pour déterminer si la pièce  
10       fabriquée est dans les tolérances ou hors tolérances.

23. Appareillage selon la revendication 22, caractérisé en ce que le capteur de position (19) est constitué par une machine à mesure de coordonnées.

15       24. Appareillage selon la revendication 22, caractérisé en ce que le capteur de position (19) est constitué par un système de contrôle sans contact.

20       25. Appareillage selon la revendication 22, caractérisé en ce que le capteur de position (19) est constitué par une machine-outil à commande numérique équipée d'un capteur à contact.

25       26. Appareillage selon la revendication 22, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour indiquer si la pièce fabriquée peut être retouchée, ou est à mettre au rebut s'il est déterminé qu'elle est hors tolérances.

30       27. Appareillage selon la revendication 22, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour étalonner le capteur de position.

28. Appareillage pour le contrôle d'une pièce structurale (17) ayant des particularités dimensionnelles et des indications de tolérances connues, caractérisé en ce qu'il comprend:

35       - des moyens pour construire un modèle

multidimensionnel d'un calibre de contrôle en utilisant les indications de dimensions et de tolérances de la pièce;

- un appareillage(19)de mesure de position mobile suivant plusieurs dimensions pour déterminer les positions de particularités structurales sur la pièce;
- des moyens(22)pour créer un chemin de contrôle relatif à la pièce définissant le mouvement de l'appareillage de mesure de position;

- des moyens(14)pour déplacer l'appareillage de mesure de position le long du chemin de contrôle;

- des moyens pour construire un modèle multidimensionnel(20)de la pièce structurale en utilisant les positions mesurées des particularité structurales; et

- des moyens pour comparer le modèle du calibre de contrôle au modèle de la pièce structurale pour déterminer si la pièce est dans les limites des tolérances ou hors tolérances d'après le résultat de la comparaison.

29. Appareillage selon la revendication 22, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour indiquer si la pièce peut être retouchée ou est à mettre au rebut s'il est déterminé qu'elle est hors tolérances.

30. Procédé de contrôle d'une pièce structurale (17) ayant des particularités dimensionnelles et des indications de tolérances connues, ce procédé utilisant un ordinateur(11)relié à un appareillage(14,19)de mesure de position mobile suivant plusieurs dimensions pour déterminer les positions de particularités structurales sur la pièce, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à:

- vérifier si la syntaxe des indications de tolérances est correcte;

- modifier les indications de tolérances pour les rendre syntaxiquement correctes s'il est



trouvé qu'elles sont incorrectes;

- construire un modèle multidimensionnel d'un calibre de contrôle en utilisant les indications de dimensions et de tolérances de la pièce;

5                   - créer un chemin de contrôle relatif à la pièce définissant le mouvement de l'appareillage de mesure de position;

- déplacer l'appareillage de mesure de position le long du chemin de contrôle;

10                   - construire un modèle multidimensionnel(20) de la pièce structurale en utilisant les positions mesurées des particularités; et

- comparer le modèle du calibre de contrôle au modèle de la pièce structurale pour déterminer si la

15                   pièce est dans les tolérances ou hors tolérances d'après le résultat de la comparaison.

31. Procédé de contrôle selon la revendication 30, caractérisé en ce qu'un écran de visualisation (12) est relié à l'ordinateur(11) et que l'étape de construction d'un calibre multidimensionnel comprend les étapes

20                   consistant à:

- obtenir des données indicatives des particularités dimensionnelles connues et des indications de tolérances syntaxiquement correctes;

25                   - présenter visuellement un modèle des données obtenues;

- sélectionner, à partir du modèle présenté, la norme de dimensionnement et de fixation des tolérances applicable aux données obtenues; et

30                   - sélectionner, à partir du modèle présenté, les particularités de conception auxquelles la norme s'applique, ce qui fournit des données indicatives du calibre.

32. Procédé de contrôle selon la revendication 30, caractérisé en ce qu'un écran de visualisation (12)

35

est relié à l'ordinateur(11),et que l'étape de la création d'un chemin de contrôle comprend les étapes consistant à:

- représenter le chemin de contrôle sur l'écran de visualisation;
- détecter l'orientation de la pièce structurale;
- établir un programme de chemin de contrôle correspondant au chemin représenté; et
- orienter le chemin de contrôle pour qu'il corresponde à l'orientation détectée de la pièce structurale (17).

33. Procédé de contrôle selon la revendication 30, caractérisé en ce qu'il comprend une étape consistant à calibrer l'appareillage de mesure de position (19).

34. Procédé de contrôle d'une pièce structurale ayant des particularités dimensionnelles critiques et majeures et des indications de tolérances connues en conformité avec une norme connue de dimensionnement géométrique et de fixation de tolérances, ce procédé utilisant un ordinateur (11) relié à un écran de visualisation(12)et un organe mobile(14) suivant trois dimensions portant un appareillage de mesure de position(19)fonctionnant pour déterminer les positions de particularités structurales sur la pièce, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à:

- obtenir les dimensions critiques et majeures et les tolérances correspondantes de la pièce;
- présenter visuellement un modèle de la pièce comportant les dimensions critiques et majeures obtenues et les tolérances correspondantes;
- sélectionner sur le modèle présenté la norme connue de fixation des tolérances et les dimensions de la pièce auxquelles elle s'applique;

- vérifier si la syntaxe des indications connues de tolérances est correcte;
  - construire un calibre tridimensionnel représenté par la norme sélectionnée de fixation des tolérances et les dimensions sélectionnées de la pièce;
  - 5 - créer un chemin de contrôle pour le contrôle des dimensions sélectionnées de la pièce;
  - ordonner à l'organe mobile suivant trois dimensions de suivre le chemin de contrôle;
  - 10 - mesurer la position des particularités de la pièce matérialisée par les dimensions sélectionnées de la pièce;
  - construire un modèle tridimensionnel des particularités mesurées de la pièce;
  - 15 - faire coïncider le modèle tridimensionnel avec le calibre tridimensionnel; et
  - déterminer si le calibre s'ajuste sur le modèle de la pièce.
35. Procédé de contrôle selon la revendication 34, comprenant en outre les étapes consistant à:
- 20 - retoucher le modèle de la pièce(17) dans les limites des tolérances si le calibre ne s'ajuste pas; et
- indiquer que la pièce peut être retouchée si le calibre s'ajuste sur le modèle retouché de la
- 25 pièce, ou que la pièce est à mettre au rebut si le calibre ne s'ajuste pas.
36. Procédé de contrôle selon la revendication 34, caractérisé en ce qu'il comprend une étape consistant à calibrer l'appareillage de mesure de
- 30 position (19).
37. Procédé d'analyse de données relatives à une pièce physique(17) résultant du fonctionnement d'un système comportant un ordinateur(11) relié à un appareillage (14,19) de mesure de position déplaçable suivant plusieurs
- 35 dimensions et une machine commandée par le système, et une mémoire reliée à l'ordinateur et contenant des

données de conception assistée par ordinateur relatives à une pièce(17)à soumettre à l'analyse et des données obtenues relatives à la configuration physique de la pièce, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à:

- élaborer des données représentant un calibre de contrôle pour des particularités sur la pièce par extraction de données de conception assistée par ordinateur relatives à de telles particularités;
- mesurer les particularités physiques correspondantes de la pièce, mémoriser les données relatives aux particularités physiques de la pièce; et
- déterminer si le calibre s'ajuste avec les données mesurées de la pièce.

38 . Procédé d'analyse selon la revendication 37, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à:

- retoucher les données mesurées enregistrées des particularités physiques dans les limites des tolérances spécifiées de la pièce; et
- déterminer si les données retouchées représentent une pièce dans les tolérances spécifiées.

39 . Procédé d'analyse selon la revendication 38, caractérisé en ce qu'il comporte une étape consistant à indiquer que la pièce est à mettre au rebut s'il est déterminé que la pièce retouchée n'est pas dans les tolérances spécifiées.

40 . Procédé d'analyse selon la revendication 37, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à:

- mémoriser une pluralité de données des particularités physiques pour des particularités analogues mesurées sur une pluralité de pièces; et
- déterminer si la machine façonne les particularités de la pièce exactement comme dans le passé.

41. Procédé d'analyse selon la revendication 40, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à:

- indiquer un état de processus non nominal lorsqu'il est déterminé que les particularités de la pièce ne sont pas façonnées exactement comme dans le passé; et
- rechercher la cause de l'état de processus non nominal.

42. Procédé d'analyse selon la revendication 41, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à:

- corriger la cause de l'état de processus non nominal;
- fabriquer un nombre limité de pièces; et
- déterminer si la machine façonne les particularités de la pièce exactement comme dans le passé.

43. Procédé d'analyse selon la revendication 40, caractérisé en ce qu'il comporte une étape consistant à mettre à jour de façon continue le contenu de la mémoire des données des particularités physiques pour les mêmes particularités de pièces.

44. Système pour contrôler une pièce structurale en liaison avec des données de conception assistée par ordinateur pour la pièce, caractérisé en ce qu'il comprend:

- des moyens pour lire les dimensions et les tolérances dans les données de conception assistée par ordinateur pour les particularités à contrôler de la pièce;
- des moyens pour construire mathématiquement un calibre de contrôle tridimensionnel pour la pièce en utilisant les dimensions et tolérances lues;
- des moyens pour mesurer les particularités à contrôler de la pièce et pour fournir des données de contrôle représentant ces particularités;
- des moyens pour construire mathématiquement

un modèle tridimensionnel des particularités contrôlées de la pièce; et

- des moyens pour comparer le modèle tridimensionnel au calibre tridimensionnel, ce qui permet de déterminer si le modèle tridimensionnel est conforme aux tolérances des données de conception.

45. Système de contrôle selon la revendication 44, caractérisé en ce que les moyens de comparaison comprennent des moyens pour présenter visuellement le modèle tridimensionnel et le calibre de contrôle tridimensionnel simultanément et de façon distincte, ce qui permet de vérifier visuellement la conformité aux tolérances des données de conception.

46. Système de contrôle selon la revendication 44, caractérisé en ce que les moyens de comparaison comportent des moyens pour présenter la conformité aux tolérances des données de conception sous une forme tabulaire.

47. Système de contrôle selon la revendication 44, caractérisé en ce que les moyens de comparaison comportent des moyens pour déplacer un organe de mesure (22) autour de la pièce structurale, et des moyens pour construire un chemin de contrôle pour que cet organe de mesure se déplace entre les particularités à contrôler de la pièce.

48. Système de contrôle selon la revendication 44, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour construire un modèle tridimensionnel de la pièce utilisant les données de conception assistée par ordinateur, et des moyens pour présenter visuellement le chemin de contrôle et les particularités à contrôler de la pièce superposées au modèle tridimensionnel de la pièce.

49. Système de contrôle selon la revendication 44, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour déterminer si la syntaxe des indications de

tolérances est correcte en utilisant les dimensions sélectionnées et des tolérances correspondantes.

50. Système de contrôle selon la revendication 44, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour mémoriser de façon continue des données de mesure de particularités de pièce pour une population de pièces structurales, et des moyens pour analyser statistiquement chaque mesure de particularité de pièce pour déterminer si le processus de fabrication des pièces est nominal.

51. Système de contrôle selon la revendication 44, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour déterminer des tolérances pour des particularités spécifiées de pièce à ajouter à la description de la pièce structurale.

52. Système de contrôle selon la revendication 44, caractérisé en ce que des données de conception assistée par ordinateur sont disponibles pour une pièce conjuguée avec la pièce structurale, et qu'il comporte des moyens pour analyser les tolérances dans le cas le plus défavorable pour la pièce conjuguée et la pièce structurale pour déterminer s'il peut y avoir interférence entre les pièces dans les tolérances, et des moyens pour visualiser le résultat de l'analyse.

53. Système de contrôle selon la revendication 44, caractérisé en ce qu'il peut être connecté à l'une quelconque d'une variété de machines pour exécuter un travail, comprenant:

- des moyens pour identifier la machine à laquelle le système doit être relié pour exécuter le travail;
- des moyens pour demander à l'opérateur du système d'exercer une action pendant la définition du travail à exécuter;
- des moyens pour définir l'orientation de la

pièce structurale à soumettre au processus de travail;

- des moyens pour introduire dans le système la définition de toute opération d'exécution et de contrôle de travail; et

5. - des moyens pour analyser des mesures de particularités de pièce pour déterminer l'efficacité de la commande du travail.

54. Système de contrôle selon la revendication 53, caractérisé en ce que les moyens d'analyse comprennent des moyens pour contrôler statistiquement des mesures de particularités de pièce dans une population de pièces structurales pour déterminer si les pièces sont fabriquées, comme elles l'étaient dans le passé.

15 55. Système de contrôle selon la revendication 53, caractérisé en ce que les moyens d'analyse comprennent des moyens pour déterminer si la pièce structurale peut être retouchée si les moyens de comparaison indiquent la non-conformité aux tolérances des données de conception.

20 56. Système de contrôle selon la revendication 53, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour simuler l'exécution d'un travail défini.

25 57. Système de contrôle conforme à la revendication 44 et comprenant des moyens de visualisation commandés par l'ordinateur pour le contrôle et l'analyse de particularités prédéterminées sur une pièce structurale en liaison avec des données de conception assistée par ordinateur et de tolérance pour la pièce structurale, caractérisé en ce qu'il comprend :

30 - un écran de visualisation d'informations;

- des moyens pour visualiser simultanément un modèle des données de conception de la pièce structurale et un chemin de contrôle autour du modèle de la pièce pour les particularités prédéterminées de la pièce; et

35



- des moyens pour modifier sélectivement le chemin de contrôle sur la surface de présentation visuelle d'informations.

5 58. Système de contrôle conforme à la revendication 44 et comprenant des moyens de visualisation commandés par l'ordinateur pour le contrôle et l'analyse de particularités prédéterminées de pièces sur une pièce structurale en liaison avec des données de conception assistée par ordinateur et de tolérances décrivant la pièce structurale et des moyens de mesure pour les particularités prédéterminées de la  
10 pièce, caractérisé en ce qu'il comprend :

- une surface de visualisation; et  
- des moyens pour visualiser simultanément un  
15 modèle des particularités de la pièce structurale et un modèle d'un calibre de contrôle construit à partir de données de conception assistée par ordinateur et de tolérances relatives aux particularités prédéterminées de la pièce.

20 59. Système de visualisation commandé par ordinateur selon la revendication 58, caractérisé en ce que les moyens de présentation visuelle simultanée comprennent des moyens pour présenter simultanément des résultats de contrôle.

25 60. Système de visualisation commandé par ordinateur selon la revendication 59, caractérisé en ce que les résultats de contrôle sont présentés sous une forme tabulaire.

30 61. Système de visualisation commandé par ordinateur selon la revendication 59, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour présenter une analyse statistique des résultats de contrôle.

35 62. Système de visualisation commandé par ordinateur selon la revendication 59, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour présenter des instructions de retouche basées sur les résultats de contrôle.

63 . Système de visualisation commandé par ordinateur selon la revendication 58, caractérisé en ce que les moyens de présentation visuelle simultanée comprennent des moyens pour présenter les modèles en couleurs distinguables.

5 64. Procédé de contrôle conforme à la revendication 1, dans lequel l'ordinateur présente en mémoire des données de conception et les données de tolérances pour des pièces conjuguées en contact, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à :

15 - extraire de la mémoire les données de conception et de tolérances relatives aux pièces conjuguées;

- étudier les états de tolérances dans le cas le plus défavorable pour l'interférence des matériaux entre les pièces conjuguées; et

20 - indiquer soit l'absence d'interférence là où il n'y a pas d'interférence, soit l'emplacement de l'interférence là où il y a une interférence.

65. Procédé de contrôle selon la revendication 64, caractérisé en ce que les données de tolérances comprennent des éléments de référence sur chacune des pièces conjuguées, et qu'il comprend les étapes consistant à:

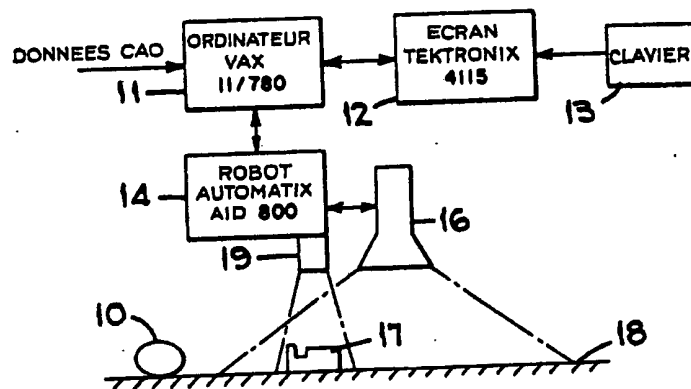
25 - déterminer s'il y a contradiction dans les indications d'éléments de référence dans les données de tolérances pour les pièces conjuguées; et

30 - indiquer soit l'absence de contradiction s'il n'y a pas de contradiction, soit l'emplacement d'une contradiction s'il y a une contradiction.

66. Procédé de contrôle conforme à la revendication 64, appliqué au cas où les pièces conjuguées sont associées à des éléments de fixation fixes ou flottants, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à :

35

- sélectionner un élément de fixation;
  - désigner l'emplacement sur une pièce où l'élément de fixation doit être utilisée;
  - désigner les éléments de référence sur la
- 5 pièce par rapport auxquels les emplacements des éléments de fixation doivent être cotés;
- sélectionner un outil pour façonner les particularités des pièces qui doivent recevoir les éléments de fixation;
- 10 - déterminer les dimensions maximales et minimales des particularités des pièces compte tenu de l'outil et l'élément de fixation sélectionnés; et
- présenter visuellement les tolérances de position vraie pour les particularités des pièces relatives aux éléments de fixation.
- 15 67 . Procédé de contrôle selon la revendication 66, caractérisé en ce que l'élément de fixation est un élément de fixation flottant et que l'étape de présentation visuelle comprend une étape consistant à
- 20 représenter une zone de tolérances de position vraie allant de zéro à l'état de maximum de matériau.
- 68 . Procédé de contrôle selon la revendication 56, caractérisé en ce que l'élément de fixation est un élément de fixation fixe, et que la particularité
- 25 de pièce dans une pièce flottante est un trou avec jeu, et qu'il comprend les étapes consistant à:
- déterminer l'épaisseur de la pièce flottante; et
  - réduire le diamètre du trou avec jeu selon cette épaisseur.
- 30

**FIG. 1**

2/49

FIG. 2

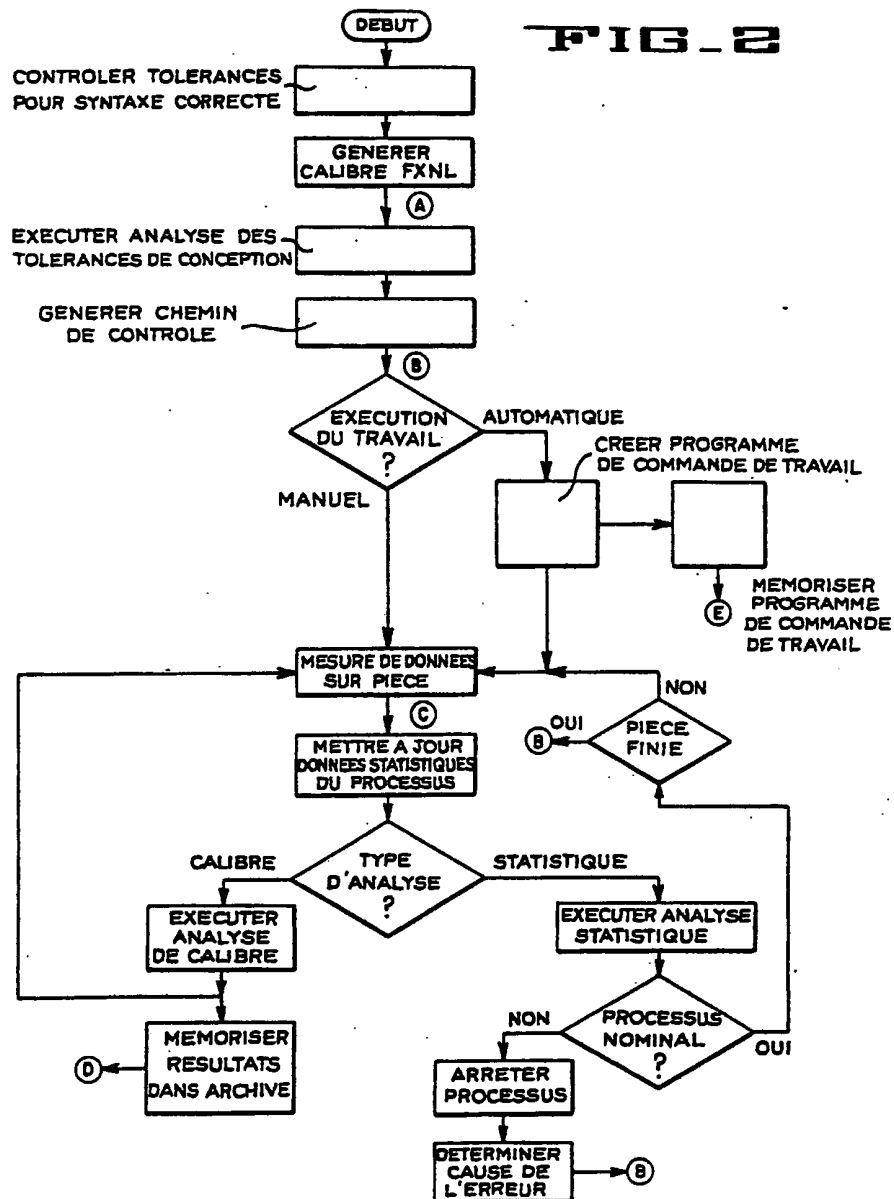


FIG. 3

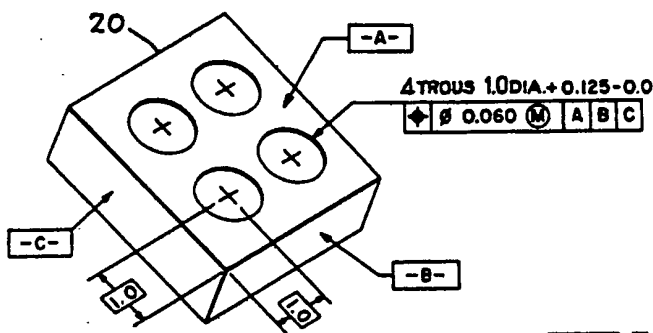


FIG. 4

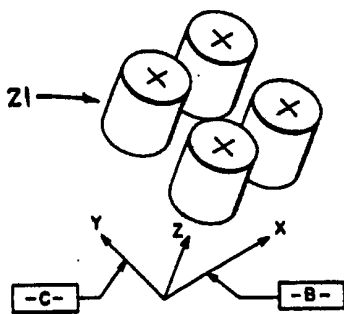


FIG. 5

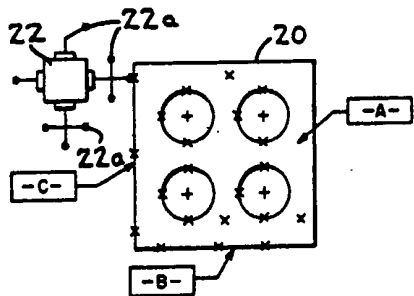


FIG. 6A

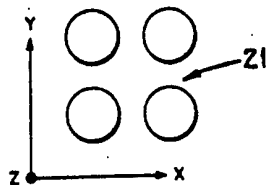


FIG. 6B

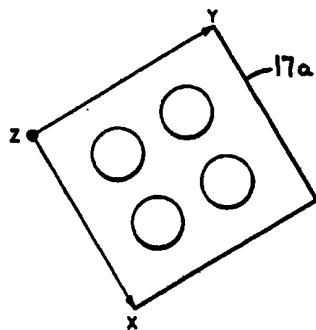


FIG. 7

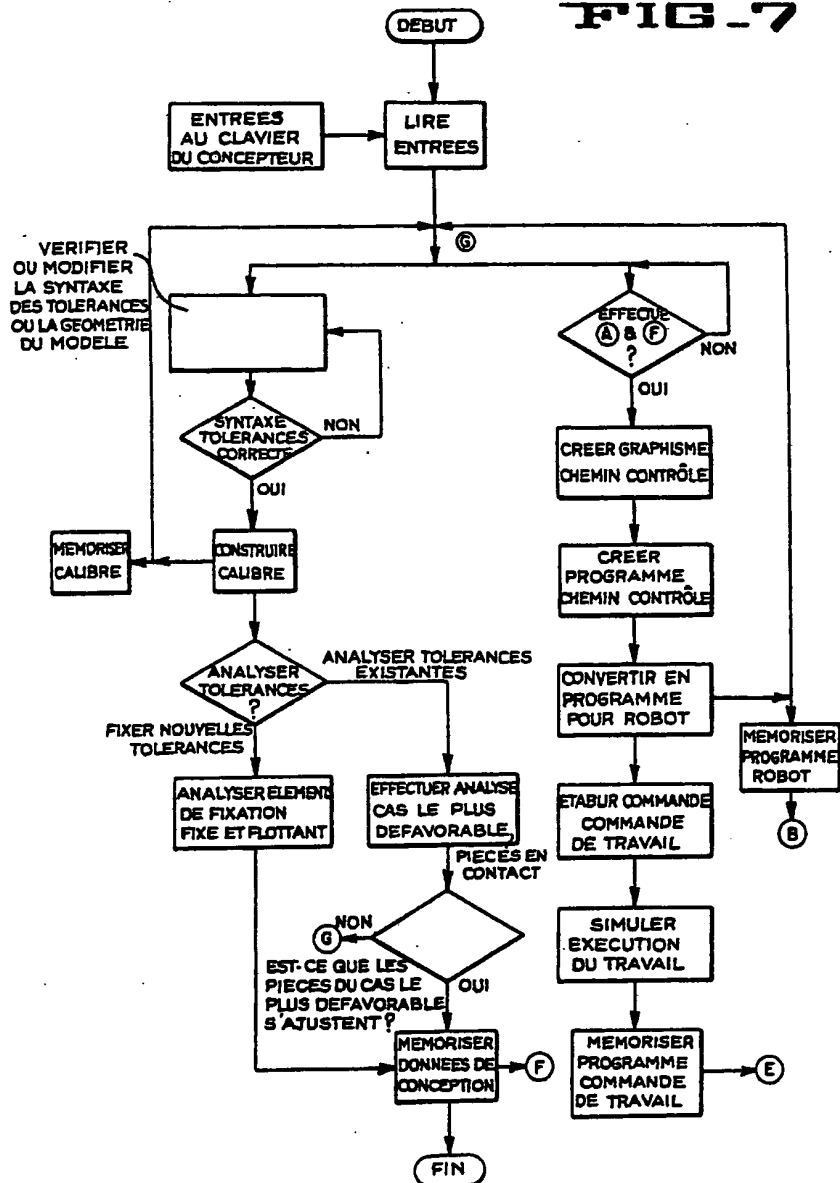
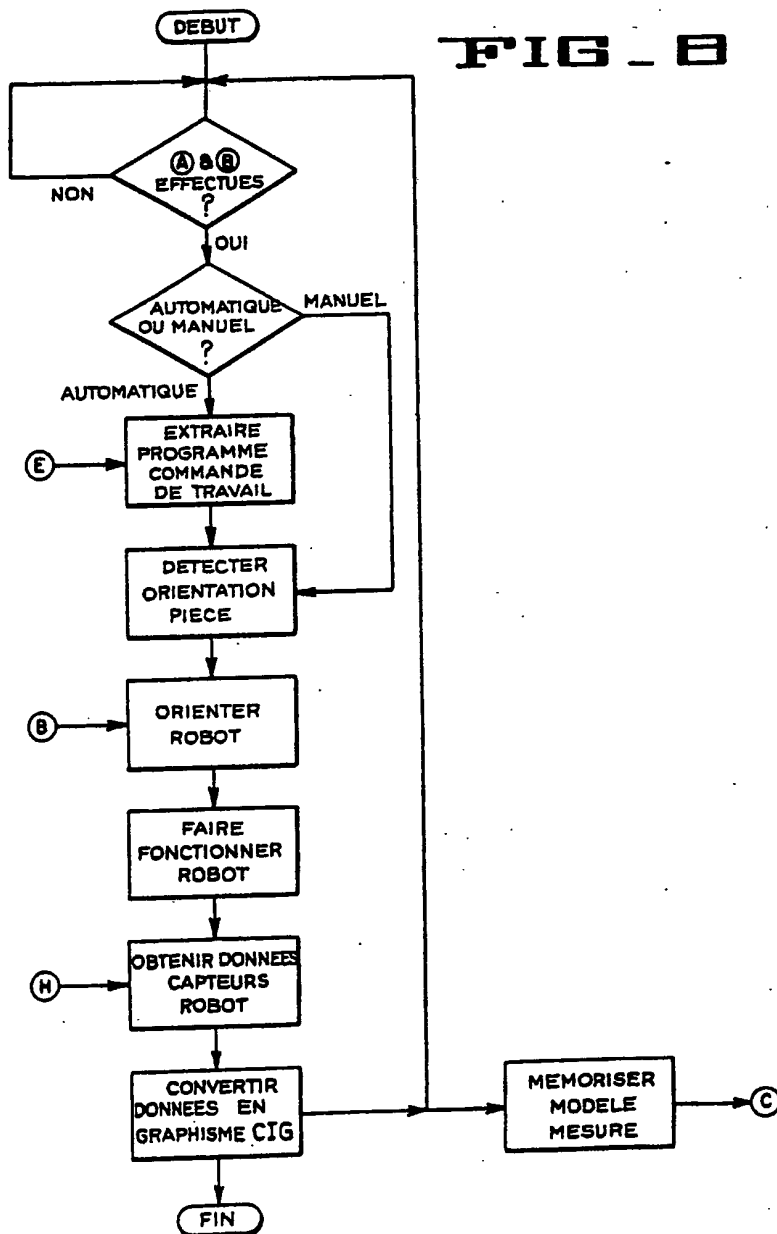


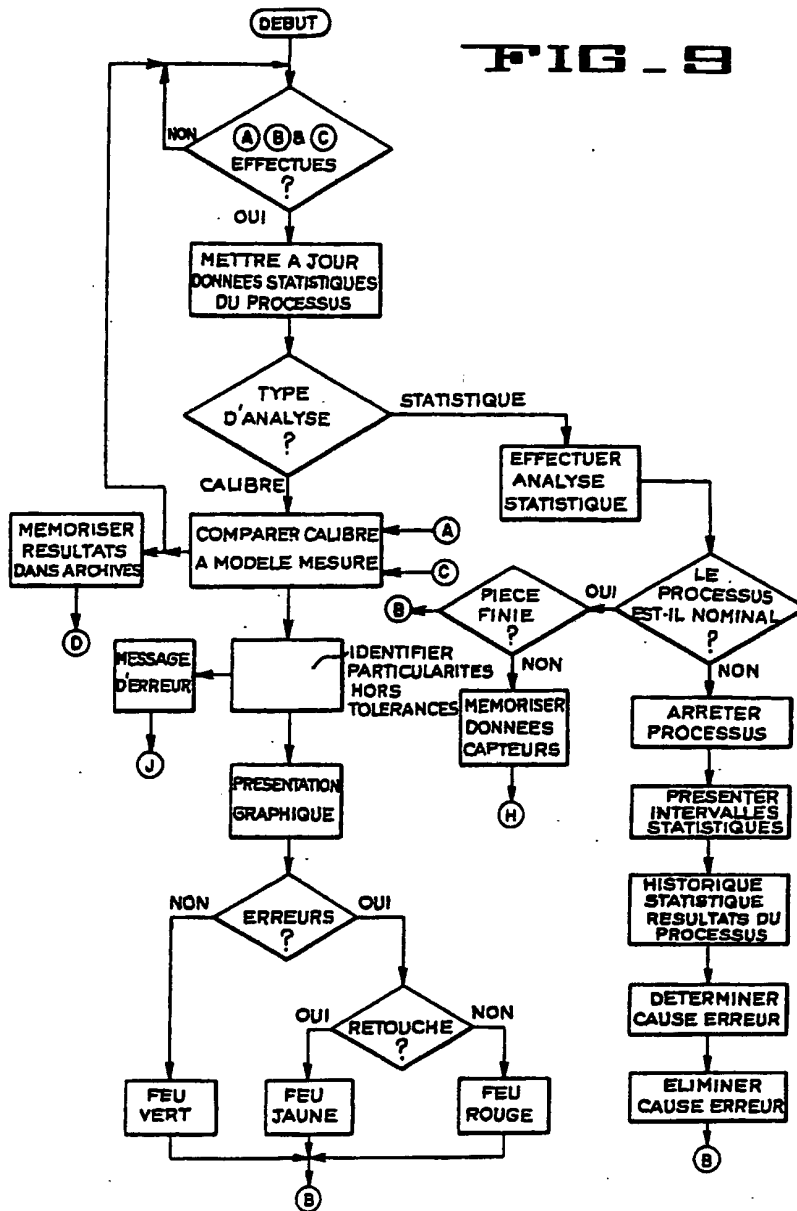
FIG. 8



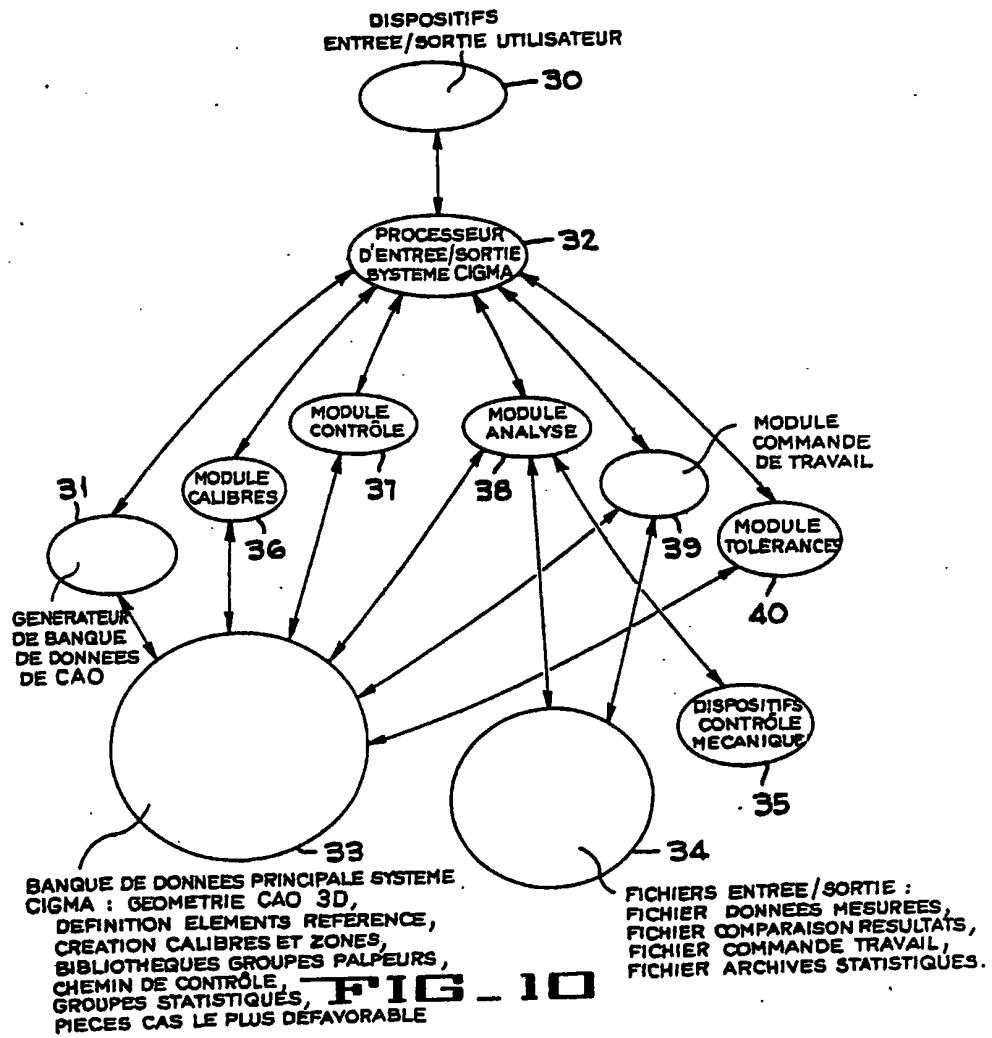


6/49

FIG. 9

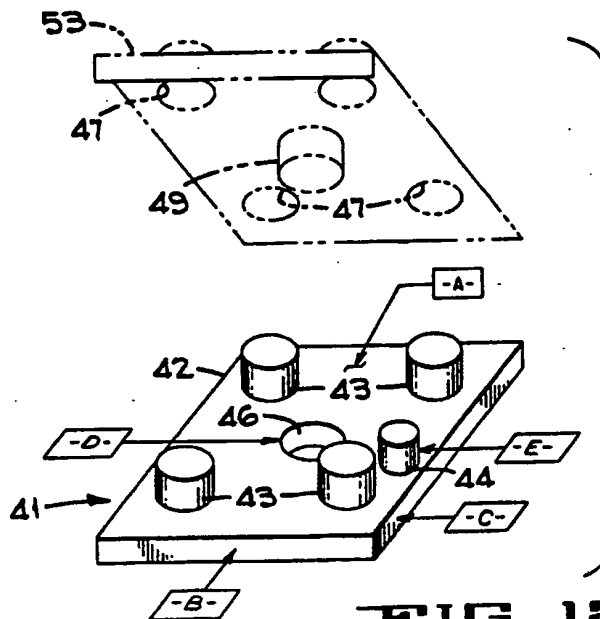


7/49



**FIG. 11**

POUR PARTICULARITES ISOLEES	TYPE DE TOLERANCES	CARACTERISTIQUES	SYMBOL
	FORME	RECTITUDE	—
		PLANEITE	▭
		CIRCULARITE (ROTONDITE)	○
		CYLINDRICITE	⊘
POUR PARTICULARITES ISOLEES OU LIEES	PROFIL	PROFIL D'UNE LIGNE	⌒
		PROFIL D'UNE SURFACE	⌒
POUR PARTICULARITES LIEES	ORIENTATION	ANGULARITE	∠
		PERPENDICULARITE	⊥
		PARALLELISME	//
	EMPLACEMENT	POSITION	⊕
		CONCENTRICITE	⊙
	SAILLIE	SAILLIE CIRCULAIRE	↗
		SAILLIE TOTALE	↗

**FIG. 12**

ELEMENT DE REFERENCE PRIMAIRE: PLAN **FIG - 13A**

ELEMENT DE REFERENCE TERTIAIRE		PLAN b	TROU OU BOSSAGE A MMC c	TROU OU BOSSAGE A RFS d
ELEMENT DE REFERENCE SECONDAIRE	AUCUN e	AUCUN o		
	PLAN f			
	TROU OU BOSSAGE A MMC g			
	TROU OU BOSSAGE A RFS h			

DF = DEGRE DE LIBERTE

10/49

ELEMENT DE REFERENCE PRIMAIRE: TROU OU BOSSAGE A MMC

**FIG-13B**

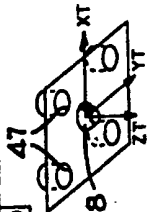
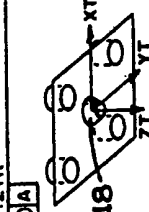
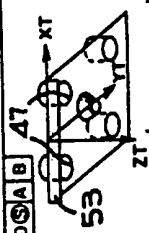
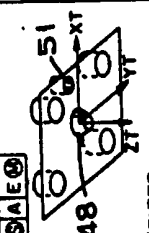
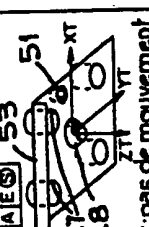
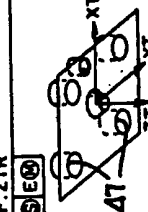
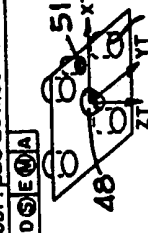


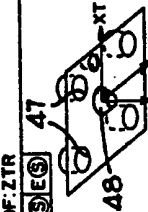
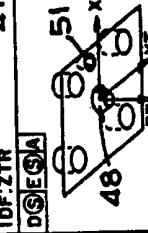
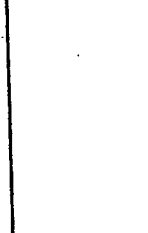
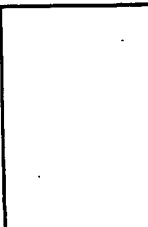
ELEMENT DE REFERENCE TERTIAIRE		ELEMENT DE REFERENCE SECONDAIRE			
ELEMENT DE REFERENCE SECONDAIRE		AUCUN a	PLAN b	TROU OU BOSSAGE A MMC c	TROU OU BOSSAGE A RFS d
AUCUN e	D(4)				
		3DF:XTT,YTT,ZTR D(4)A			
PLAN f	D(4)A				
		3DF:XTT,YTT,ZTR D(4)E(4)	1DF:XTT D(4)E(4)A	3DF:XTT,YTT,ZTR 47	1DF:ZTR 47
TROU OU BOSSAGE A MMC g	D(4)E(4)				
		3DF:XTT,YTT,ZTR D(4)E(4)	3DF:XTT,YTT,ZTR D(4)E(4)A		
TROU OU BOSSAGE A RFS h	D(4)E(4)				
		1DF:ZTR D(4)E(4)	1DF:ZTR D(4)E(4)A		

DF = DEGRE DE LIBERTE

ELEMENT DE REFERENCE PRIMAIRE : TROU OU BOSSAGE A RFS

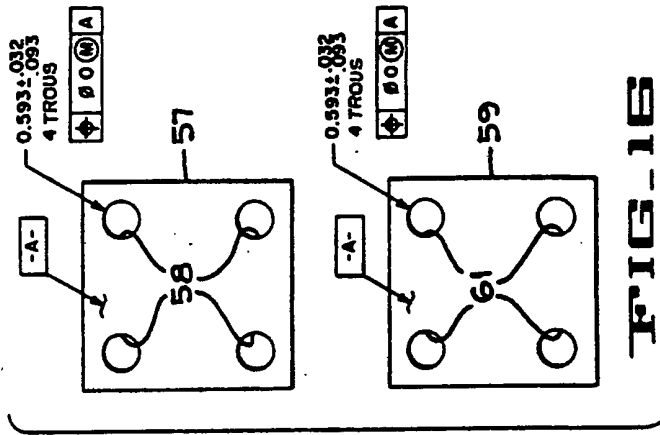
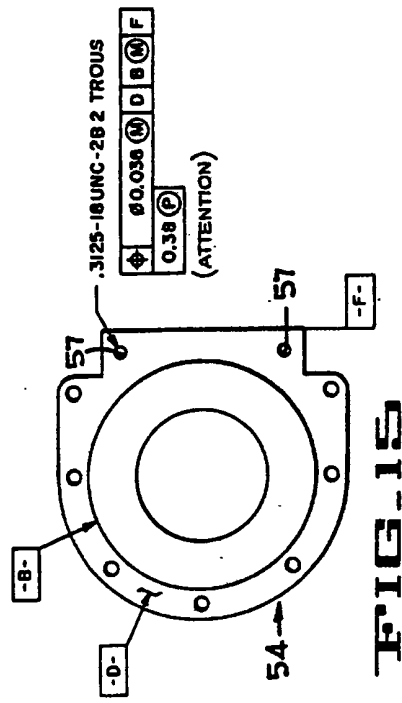
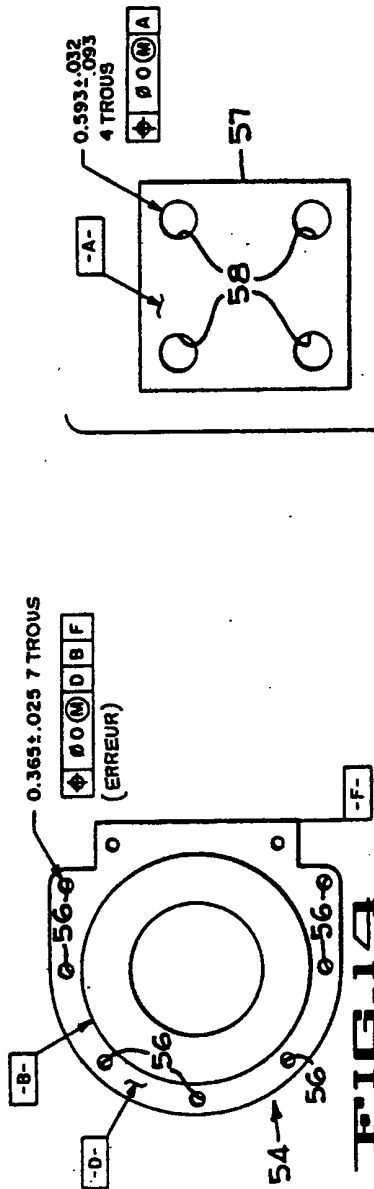
**FIG - 13C**

ELEMENT DE REFERENCE

ELEMENT DE REFERENCE TERTIAIRE		AUCUN a	PLAN b	TROU OU BOSSAGE A MMC c	TROU OU BOSSAGE A RFS d
AUCUN e					
					
TROU OU BOSSAGE A MMC g					
					

DF: DEGRE DE LIBERTE

12/49



Sous-programme CX190

## But:

- sauvegarder les réglages de mode actuels que nous changeons;
  - 5 - établir les sélecteurs de Modes initiaux du calibre intégré par ordinateur (CIG);
  - appeler les fonctions du CIG via une sélection par menu ANVIL de 5, 11, 7;
  - 10 - remettre à l'état initial les anciens sélecteurs de Modes lors de la sortie du CIG
- modifiés pour mettre le mode point implicite à définir comme visualisé;
- lors de l'entrée dans le CIG, rétablir la valeur précédente existant lors de la sortie;
  - 15 modifiée pour ne pas contrôler qu'un DCS est actif lors de l'entrée dans le logiciel du CIG;
  - modifiée pour régler le sélecteur de mode d'entrée de profondeur MVIEW(15) et pour fixer la période temporelle entre le drapeau de classement IMODE(39);
  - 20 modifiée pour revalider le DCS de l'utilisateur lors de la sortie;
  - mettre PDQFLG=0 en entrée et sauvegarder le sélecteur de mode de présentation de géométrie
  - 25 (IMODE(8) pour indiquer la géométrie dans toutes les vues, et le dessin dans la vue de travail seulement;
  - mémoriser les pointeurs de position relative du fichier du calibre de façon que les anciens
  - 30 fichiers de calibres puissent être rétablis.
  - IUSER(7), IUSER(8), IUSER(9)

<u>Type</u>	<u>Nom(dim)</u>	I/O	<u>Description</u>
Sous-programmes appelés:			
35	ANVIL version 1.5		
	Ecrit par l'utilisateur		



## Variables locales:

	<u>Type</u>	<u>Nom(dim)</u>	<u>Description</u>
			Définir bloc COMMON local pour type de dispositif à TEKA, TIKE, TEKO et TERMA
5		LMODE = . 1	implique que la dernière sortie était vers un dispositif alpha
		= 0	implique que la dernière sortie était vers un dispositif graphique
		FMCDV = 0	implique un dispositif mcs ordinaire
10		= 1	implique un dispositif d'entrée et de sortie (Retro-Graphics)
		= 2	implique Commutateur Activé par Code en circuit

Initialisation des données

15 Commencer procédure  
Appeler MVBITS (1,0, 1, IMODE(30),1)!  
Mettre bit de position 1 sur 1, ce qui signifie CTRLW validé

Mettre drapeau PDQMOD de façon que nous sachions à quel  
20 chargement en mémoire retourner  
Mettre PDQFLG pour indiquer l'interaction normale de l'utilisateur avec le CIG. Cela aide CLRALPHA/IGOB à effacer correctement lorsque c'est nécessaire  
Mettre GOSW(10)=PDQMOD, de façon que nous puissions  
25 rentrer au début de ce programme  
Si CX190 est rentré via une frappe CTRLI de l'intérieur du CIG, ne pas ré-initialiser les sélecteurs de mode, etc.  
IF (REENTER190) THEN REENTER190 est mis par GRUO3 si frappe CTRLI appelle PDQINIT(1)! ré-initialiser groupe  
30 de sauts PDQ pour indiquer NO  
END IF

Ceci est PDQCON LEVEL 1, ce qui signifie que c'est le premier niveau d'appels intégrés de sous-programme après qu'un sous-programme CLINK a été exécuté. Pour  
35 commander les retours à partir des sous-programmes CLINK à ce niveau, mettre PDQCON(1).  
Attention! La position 9999 dans ce GO TO est liée à CLEANUP 190. Tout changement de cette position dans cette liste doit être répercuté dans le VARIABLE CLEANUP190

```
GO TO
(1000,2000,3000,4000,5000,6000,9999,7000,8000,8500,
9000), PDQCON(1)

Premier nouvel appel à CX190 - Sauvegarder période
5 entre classements IMODE(146) et mettre à 0. Cela doit
être fait à ce niveau parce que ce mode doit être mis
hors circuit avant tout appel à ANVIL
Mettre les pointeurs relatifs RGAGE
Initialiser le groupe IUSER si c'est la première fois
10 que l'utilisateur contrôle cette pièce dans le système
CIG
IF (IUSER(1).LT.0) THEN
première contrôlée
DO 400 I=1,128
15 400 Continuer
END IF
Initialiser la spécification de nom de fichier par
défaut de façon que OPNPRTFIL utilise le nom de la
pièce courante comme nom de fichier.
20 Déterminer où va ALPHAOUT et mettre ALPHAOUT en consé-
quence
Mettre type terminal ALPHA OUTPUT
Mettre type terminal ALPHA OUTPUT
Appeler LDBIT(IMODE(14), ALPHADEV, 5,0)
25 Mettre d'où vient ALPHA INPUT
Appeler LDBIT(IMODE(14), ALPHAFROM, 10,9)
Déterminer où va ALPHA OUTPUT et d'où vient ALPHA INPUT
IF (FMCDV.EQ.0) THEN
IF (ALPHAFROM.EQ.0) THEN
30 ALPHA INPUT vient de dispositif graphique
Déterminer type dispositif graphique
IF (IMODE(57).EQ.0) THEN
un terminal Tektronix 40xx est utilisé
ELSE IF (IMODE(57).EQ.15) THEN
35 un terminal Tektronix 41xx est utilisé
END IF
ELSE
ALPHA vient de dispositif ALPHA
```

```
Utiliser appareil d'entrée à clavier VT100
END IF
Déterminer dispositif de sortie ALPHA
IF (ALPHADEV.EQ.0) THEN
5  ALPHA OUTPUT va à dispositif graphique
Déterminer type dispositif graphique
IF (IMODE(57).EQ.0) THEN
un terminal Tektronix 40xx est utilisé
ELSE IF (IMODE(57).EQ.15) THEN
10 un terminal Tektronix est utilisé
END IF
ELSE IF (ALPHADEV.EQ.1) THEN
ALPHA va à un dispositif ALPHA VT100
END IF
15 ELSE IF (FMCDV.EQ.1) THEN
terminal Retro-Graphics utilisant VT100 pour ALPHA INPUT
et ALPHA OUTPUT
ELSE IF (FMCDV.EQ.2) THEN
4014 avec cas. utilisant 4014 pour ALPHA INPUT et
20 terminal ALPHA pour ALPHA OUTPUT
END IF
Arrêter écritures à destination de terminal ALPHA
Appeler ALPHAOFF
A la première nouvelle entrée, sauvegarder les réglages
25 GOSW pour retourner à ce chargement de la mémoire (190)
lorsque c'est nécessaire
Etablir menus pour sauvegarder la table courante de poids
de la courbe dans UTF
Appeler MENWTSV(NBCHARS, CURWTS)
30 Sauvegarder la table de poids
Appeler CLINK(2)
1000 Continuer
Etablir menus pour rétablir la table de poids prédéfi-
nie pour une utilisation ultérieure
35 Appeler MENWTRET(NBCHARS,CIGWTS)
```

- Rétablir cette table  
Appeler CLINK(2)  
2000 Continuer
- 5 Sauvegarder le poids courant de la courbe par défaut de la pièce  
Sauvegarder la police courante de la courbe par défaut de la pièce  
Sauvegarder le mode courant du sélecteur de mode de présentation
- 10 Sauvegarder la couleur courante de la courbe par défaut de la pièce  
Sauvegarder le mode de sélection courant de la pièce  
Sauvegarder les réglages courants des sélecteurs de mode de présentation du chemin de contrôle
- 15 Sauvegarder le réglage courant du mode d'origine du texte et la justification du texte  
Sauvegarder le mode points implicite  
Sauvegarder le réglage courant du sélecteur de mode d'entrée de profondeur
- 20 Sauvegarder la valeur courante du niveau par défaut  
Mettre le sélecteur de mode de présentation pour indiquer la géométrie dans toutes les vues, le dessin dans la vue de travail seulement  
Sauvegarder IMODE 180 courant qui commande étendue
- 25 de dessin, mode d'ajustement de courbe, mise en blanc et mise hors blanc, mode de congé de raccordement, mode de rotation, mode miroir  
Mettre IMODE 180 par défaut = 0, ce qui implique dessin = une entrée ou une modification
- 30 Ajustement de courbe = visuel dans vue de travail  
mise en blanc/mise hors blanc = temporaire  
Congé de raccordement = visuel dans vue de travail  
Rotation = vue de travail bidimensionnelle  
Mode miroir = ligne ou plan existant
- 35 Mettre sélecteur de mode de sélection pour tenir compte de la sélection du pointeur

Mettre mode points implicite pour définir comme  
présenté  
Appeler MVBITS(2,0,2,IMODE(146),0): mettre position  
bits 0 et 1 sur présentation 10 où défini  
5 Mettre sélecteur mode entrée profondeur sur mode entrée  
données  
Tenir compte sauts spéciaux via un espace CTRL  
Sauvegarder pointeurs DCS actif de façon que le DCS de  
l'utilisateur puisse être réactivé à la sortie  
10 DO WHILE Rejet ou opérateur complète la frappe  
DO WHILE(.NOT.(TEMINATE))  
Ré-entrer CX190 ici au retour de CX191, CX192 et CX193  
3000 continuer  
Appeler PDQINIT(1)  
15 Présenter menus CIG niveau le plus élevé et demander  
ce que l'utilisateur veut faire  
Allumer terminal ALPHA  
Appeler ALPHAON  
Appeler CIGMENUS(MENUNUM,INTVAL)  
20 Eteindre terminal ALPHA  
Appeler ALPHAOFF  
Menu choisi est dans GOSW(4)  
IF (MENUPIKED.EQ.2) THEN  
l'utilisateur veut construction calibre/zone  
25 4000 continuer  
Appeler CX191  
ELSE IF (MENUPIKED.EQ.3) THEN  
l'utilisateur veut génération chemin contrôle  
5000 continuer  
30 Appeler CX192  
ELSE IF (MENUPIKED.EQ.4) THEN  
l'utilisateur veut la comparaison des données mesurées  
6000 Continuer  
Appeler CX193  
35 ELSE IF (MENUPIKED.EQ.98.OR.MENU PICKED.EQ.29) THEN

19/49

```
END IF
END DO
9999 Continuer
Eteindre terminal ALPHA
5 Appeler ALPHAOFF
  L'utilisateur veut mettre fin au module CIG
  Remettre valeurs par défaut de ANVIL à leurs valeurs
  initiales
  et retourner à menu ANVIL approprié
10 Remettre à la valeur initiale tous les sélecteurs de
  mode que nous avons touchés
  Rétablir l'ancienne table de poids
  Appeler MENWTREP(NBCHARS,CURWTS)
  Rétablir cette table
15 Appeler CLINK(2)
  7000 Continuer
  S'assurer que le DCS de l'utilisateur est actif avant
  que nous quittions IF (ACTDCSPTR.NE.O) THEN
  appeler MENACTPTR (ACTDCSPTR)
20 Appeler GRAPHON
  Appeler CLINK(2)
  ELSE
  Appeler MENRTWRVU
  Appeler CLINK(2)
25 END IF
  8000 Continuer
  Remettre à zéro anciens sélecteurs de mode
  Remettre à valeur initiale niveau par défaut
  Appeler MENDEF(LEVELSAVE)
30 Appeler CLINK(2)
  8500 Continuer
  Effacer tous les calibres s'ils ne sont pas effacés
  Appeler MENBLKLVL(LVL1,LVL2)
  Appeler CLINK(2)
35 9000 Continuer
```

20/49

Appeler GRAPHOFF  
Remettre à zéro les autres drapeaux que nous avons  
utilisés  
IF touche saut normal Anvil enfoncée (cF, cP...)  
5 THEN GOSW3SAV était à GRU3A avant de venir ici  
Initialiser PDQCON pour prochaine entrée dans modules  
CIG  
Appeler PDQINIT(1)  
Allumer terminal ALPHA  
10 Appeler ALPHAON  
Rallumer GRAPHICS  
Appeler GRAPHON  
Effacer tout texte ALPHA restant sur l'écran  
Appeler CLRALPHA  
15 A plus tard!  
10500 Continuer  
IMODE(180) à effacement/non effacement temporaire/  
permanent incorporé. Il doit être rétabli après les  
niveaux effacement 801 à 899 pour éviter un état  
20 d'erreur éventuel  
Ce drapeau est mis comme la toute dernière chose avant  
de retourner à Anvil en venant de CIG  
IF un appel quelconque à Anvil est exécuté avec classe-  
ment périodique, THEN des erreurs risquent de se pro-  
25 duire.  
Appeler CLINK(2)  
END

Sous-programme CX191

30 But:  
Vérifier les indications de tolérances géométriques  
pour voir si elles sont syntaxiquement correctes pour  
voir si elles sont conformes à la norme ANSI Y14.5 et  
pour générer les calibres et les zones qu'ils décrivent

21/49

## Modifié:

Ajouté trou de calibre à appel de choix

Ajouté trou de calibre à appel de calibres

Ajouté sélections de menu pour présenter les éléments

5 de référence et pour définir les tolérances des blocs

Arguments: aucun

## Sortie:

Tableau RGAGE contenant toutes les informations nécessaires pour générer les calibres

10 Aussi, messages d'erreur en sortie pour conception incorrecte.

## Sous-programmes appelés:

Anvil, version 1.5 - CLINK, REPNT, GRU3B, IG06

15

## Ecrits par l'utilisateur:

RESLVDAT - résout les lettres d'éléments de référence mémorisés dans RGAGE

CIGMENUS - présente les choix des menus

20 PICKS - introduit les choix faits sur l'écran par l'utilisateur

MODIFY - modifie les éléments de référence et le calibre (ou les calibres) RGAGE

25 RESLVDAT - résout le problème de l'existence de tous les éléments de référence avant la construction du calibre ou d'une zone

GAGES - génère tous les calibres IDGAGE de 10 à 71

ZONESP - génère SP ZONE IDGAGE de 110 à 113

30 DISPLAY - présente calibres/zones

## Variables locales

Type	Nom (dim)	Description
Nombre entier	IUDAT	Pointeur IGAGE pour particularité d'élément de référence de dimensions.

35



Ceci terminé dans nota.

Ceci mémorisé en commun

Retourner à l'instruction après le dernier appel à  
CLINK (2)

- 5 Définir type devant être GAG pour terminateur de  
fichier

GO TO (19000, 19100, 19200, 19700, 19710, 19800, 19900,  
19910 et 20010, 20100, 20110, 20120, 20130, 20140)

PDQCON (2)

- 10 Initialiser données. Toutes ces variables sont dans  
CX191COM. car elles sont fixées dans CX190 maintenant  
et font partie de PDQCOM

ITPREL = 27

ISPREL = 27

- 15 ISTORUS = 257

LARCREL = 10

IDIMREL = 10

Déterminer si des calibres ont déjà été créés pour cette  
pièce et, si oui, extraire les données de IGAGE/RGAGE

- 20 dans le fichier

IF (IUSER (2).NE.1.ANO.IUSER (1).EQ.1) THEN

Les données IGAGE et RGAGE n'ont pas encore été sorties  
du fichier

Ouvrir fichier calibres qui se compose des noms de

- 25 pièce. GAG ou créer fichier s'il n'existe pas

Ecrire ce message à l'écran en haut et à gauche de l'écran

Appeler WHILE noms de fichiers faux entrés, ou demandes  
de l'utilisateur rejet dans FORCERESP

DO WHILE (SAT.LT.0)

- 30 Appeler OPNPRTFIL(UNIT, TYPE, MODE, STAT)

IF (STAT.LT.0) THEN

ne pouvait pas ouvrir fichier calibres

Appeler FORWRITE (0, ERR\_LINE, 0)

Appeler FORCERESP (1,1)! rejet retourner au menu

- 35 principal CIG

```
END IF
END DO
Mémoriser données du calibre si elles doivent être dans
le fichier
5 IF (IUSER(1).EQ1) THEN
    appeler RESTGAGE (IUNIT, ERROR)
END IF
Fermer fichier calibres après lecture données
IF (ERROR) THEN
10 appeler FORWRITE (0,0,0)
    appeler FORCERESP (1,1)! rejet retourner au menu prin-
    cipal CIG
    GO BACK TO MAIN MENU
    GO TO 9000
15 END IF
END IF
1000 continuer
Déterminer position de départ IGAGE pour prochain
calibre/zone créé basé sur le nombre total de calibres/
20 zones créés jusqu'ici
Déterminer la valeur de départ pour IGAGE (IUSTART) qui
indique l'indice inférieur de RGAGE pour commencer
mémorisation données
IF IGAGE (IUSTART-1) est TP, SP, COMBO, ARCS ou dimen-
25 sionnement, THEN le nombre d'entités doit être calculé
différemment. La procédure ici doit être mise à jour
pour tenir compte des modifications des spécifications
fonctionnelles.
IF (IGAGE.EQ.140.(OR) (IDGAGE.GE.10.AND.IDGAGE.LE.81))
30 THEN
    mettre une indication TP (ou COMBO) dans IGAGE
    (IUSTART-1)
    ELSE IF (IDGAGE.GE.110.AND.IDGAGELE.113) THEN
        mettre une indication SP dans IGAGE (IUSTART-1)
35 IF (ZONETYPE.EQ.1) THEN
```

24/49

```
c'est une zone bilatérale de tolérances de profil,  
de sorte que nous mémorisons PTRS nominal et de zone  
intérieure et extérieure  
ELSE  
5   c'est une zone unilatérale de tolérances de profil,  
    de sorte que nous mémorisons PTRS nominal et de zone  
    intérieure ou extérieure  
END IF  
ELSE IF (IDGAGE.EQ.120) THEN  
10  mettre une dimension +/-  
    ELSE IF (IDGAGE.EQ.130) THEN  
        mettre une position de trou +/-  
    END IF  
END IF  
15  Tant que l'utilisateur n'a pas spécifié [OR] ..... DO  
    DO WHILE (.NOT.TERMINATE)  
        11000 Continuer  
        Commencer par effacer tous messages sur écran ALPHA  
        Appeler CLRALPHA  
20  Revenir par ici si l'utilisateur appuie sur la touche  
    R, cR ou Z  
    19000 Continuer  
    Demander choix menu 1-2  
    Appeler CIGMENUS (12, IDUM)  
25  Appeler PDQNIT(2) ! initialiser PDQCON à partir de 2  
    IF (MCHOICE.EQ.98.OR.MCHOICE.EQ.99) THEN  
        rejet ou opérateur termine la frappe  
    ELSE  
        ne pas terminer  
30  END IF  
    1400 Continuer  
    IF (.NOT.TERMINATE.AND MCHOICE.GE.O.AND MCHOICE.LE.8) THEN  
        IF (MCHOICE.EQ.1) THEN  
            Définir éléments de référence  
35  19100 Continuer
```

25/49

```
Appeler DDPICKS(ERROR)
ELSE IF (MCHOICE.EQ.2) THEN
définir TP, SP, PT, CX, SP
19200 Continuer
5 Appeler TPPICKS(GAGEHOLES,ERROR)
ELSE IF (MCHOICE.EQ.3) THEN
créer zone plus moins
Appeler PDQINIT(2)
19700 Continuer
10 Appeler PMPICKS(ERROR)
ELSE IF (MCHOICE.EQ.4) THEN
présenter un calibre
Appeler PDQINIT(2)
19710 Continuer
15 Appeler DISPLAY
ELSE IF (MCHOICE.EQ.5) THEN
Effacer un calibre
Appeler PDQINIT(2)
19800 Continuer
20 Appeler DELGAGES
ELSE IF (MCHOICE.EQ.6) THEN
présenter éléments de référence
Appeler PDQINIT(2)
19900 Continuer
25 Appeler DISPDAT : présenter définitions des éléments
de référence
ELSE IF (MCHOICE.EQ.7) THEN
définir tolérances bloc
Appeler PDQINIT(2)
30 19910 Continuer
Appeler DEFINBLK
END IF
Appeler PDQINIT(2) : initialiser PDQCON pour une
utilisation ultérieure
35 ELSE IF (MCHOICE.EQ.98.OR.MCHOICE.EQ.99) THEN
```

26/49

```

rejeter ou opérateur termine frappe, de façon à
retourner à chargement principal CIG en mémoire, à
savoir CX190
ELSE
5   choix non valable
END IF
IF (NOT.TERMINATE.AND.NOT.ERROR.AND.VALID.AND.MCHOICE.EQ.2.
OR.MCHOICE.EQ.3) THEN
    la banque de données a été traitée et mémorisée dans
10   RGAGE. La zone RGAGE (IGAGE(IU)) contient les données
    nécessaires pour générer un calibre. Tout le test a
    passé les contrôles d'analyse syntaxique.
    IF c'est un calibre composite, c'est-à-dire des TP ou
    CZ ou PT multiples (3 au maximum), THEN présenter les
15   calibres dans l'ordre dans lequel ils ont été choisis.
    IU = indice pour le calibre qui sera défini ensuite à
    ce point dans le programme
    Nous avons (IU-1) calibres définis.
    IUGAGES = indice du prochain calibre à présenter.
20   Mettre RGAGESTRT pour utilisation ultérieure dans NMO3
    Présenter les calibres/zones
    DO WHILE (IUAGE.LT.IUMAX)
    Maintenant RGAGE pour le calibre courant est complètement
    rempli, déterminer le type de calibre et ensuite cons-
25   truire le calibre.
    Appeler GDTTYPE (ERROR)
    IF (.NOT.ERROR) THEN
    IF (IDGAGE.EQ.80) GO TO 20010
    GO TO (20010, 20010, 20010, 20010, 20010, & 20010, 20010,
30   20080,20090, 20090, 20100, 20110, & 200120, 20130, 20140),
    IDGAGE/10
    Appeler PDQINIT(2) ! initialiser à partir de 2
    20010 Continuer
    Construire le calibre spécifié par IDGAGE
35   Appeler GAGES(GAGEHOLES)

```

```
GO TO 30000
20080 Continuer
Calibre factice
20090 Continuer
5  Calibre factice
20100 Continuer
Construire un profil de ligne
Appeler ZONESP
GO TO 30000
10 20110 Continuer
Construire un profil de surface (semblable à un profil
de ligne pour le moment)
Appeler ZONESP
GO TO 30000
15 20120 Continuer
Construire une zone +/- pour entité
Appeler ZONEPLMI
GO TO 30000
20130 Continuer
20  Construire une zone +/- pour position trou
Appeler ZONEDUMY(IDGAGE)
GO TO 30000
20140 Continuer
Construire un calibre combiné
25 Appeler ZONEDUMY(IDGAGE)
30000 Continuer
Fin de GO TO calculé sur type de calibre
Mettre PDQCON de façon que les autres appels de Anvil
soient traités localement.
30 END IF
Appeler PDQINIT(2)
END DO
END IF
END DO
35 9000 Continuer
```

Terminer exécution CX191 et retourner à CX190  
 Mettre IGAGE concordant avec nombre de calibres  
 effectivement créés (IUSER(3))  
 Mettre à zéro IUSER(1) et IUSER(2) si aucun calibre/  
 5 zone n'a été créé  
 IF (IUSER(3).LE.0) THEN  
   il n'existe pas encore de calibres ou de zones pour  
   cette pièce  
 END IF  
 10 GO TO menus principaux CIG CX190  
 Initialiser PDQCON de (2) à (7)  
 Appeler PDQINIT(2)  
 Mettre PDQCON(1) = 3 de façon que nous puissions  
 ré-entrer CX190 sur la demande du menu principal  
 15 Appeler CLINK(PDQMOD)  
 END  
Sous-programme CX192  
 But: Module de commande principal pour génération de  
 chemin de commande numérique.  
 20 Pour générer un chemin de commande numérique qui  
 contienne des points sur chaque entité d'une pièce qui  
 doit être contrôlée pour les tolérances  
 Modifié: ce module de commande est modifié pour tenir  
 également compte de la génération de chemins point par  
 25 point suivant 5 axes  
 Arguments:  

<u>Type</u>	<u>Argument</u>	<u>I/O</u>	<u>Dim</u>	<u>Description</u>
Sous-programmes appelés:				
Anvil, version 1.5 = CLINK				
30	Sous-programmes écrits par l'utilisateur - INSPCNTRL, DISPPATH, MODIFPATH, PDQINIT			
Variables locales:				
<u>Type</u>	<u>Nom</u>	<u>Dim</u>	<u>Description</u>	
35	Ceci est le PDQCON LEVEL 2, ce qui signifie que c'est le deuxième niveau d'appels intégrés de sous-programme			

29/49

après l'exécution d'un sous-programme CLINK. Pour  
commander les retours au programme à ce niveau, mettre  
PDQCON(2).  
GO TO (1000,2000,3000,4000,5000,6000,7000), PDQCON(2)

5 Initialisation des données  
Mettre niveau par défaut pour chemins et points créés  
DO WHILE (.NOT.TERMINATE)  
1000 Continuer  
Demander utilisateur choisir menu contrôle

10 Appeler CIGMENUS(13,IDUM)  
Appeler PDQINIT(2)  
IF (MCHOICE.EQ.98.OR.MCHOICE.EQ.99) THEN  
rejet ou opérateur termine frappe  
Ne pas permettre une sortie tant que le chemin n'est  
15 pas classé ou effacé.  
Effacer aussi point de repos si un tel point a été créé.  
Vérifier si un point de repos a été créé  
IF (HOEXIST) THEN  
point de repos existe. Vérifier si un chemin a été créé.

20 IF (PHEXIST) THEN  
puisqu'un chemin existe, l'utilisateur n'a pas classé  
le chemin. Par conséquent, demander s'il désire classer  
ou supprimer le chemin ou retourner aux menus  
2000 Continuer

25 Appeler CIGMENUS(16,IDUM)  
Appeler PDQINIT(2)  
IF (IANS.EQ.1) THEN  
l'utilisateur désire classer la pièce  
Appeler FILEPATH

30 ELSE IF (IANS.EQ.2) THEN  
l'utilisateur désire effacer le chemin  
Appeler DELEPATH  
ELSE IF (IANS.EQ.3) THEN  
retourner aux menus pour création/modification/  
35 présentation/classement



```
ELSE IF (IANS.EQ.98.OR.IANS.EQ.99) THEN
  rejet ou opérateur termine envoi avertissement qui
  doit répondre avec 1, 2 ou 3.
  Appeler FORWRITE(0,0,0)
5  Appeler FORCERESP(2,2)
  END IF
  ELSE
    il n'existe pas de chemin, mais il existe un point de
    repos.
10  Effacer le point de repos avant de sortir du programme
    Appeler MENDELPTR(1,HOMEPTR)
    Appeler CLINK(2)
    3000 Continuer
    END IF
15  ELSE
    Il n'existe pas de point de repos
    END IF
    ELSE IF (MCHOICE.EQ.1) THEN
      l'utilisateur désire créer un chemin de contrôle
20  Appeler MENDEF (PATHLEV)
      Appeler CLINK(2)
      4000 Continuer
      Nota: Double utilisateur de S.N. 4000 pour CLINK et
      INSPCNTRL
25  GO TO le module de commande pour la génération du
      chemin
      Appeler INSPECNTRL
      Appeler PDQINIT(2) ! initialiser à partir de 2
      ELSE IF (MCHOICE.EQ.2) THEN
30  l'utilisateur désire modifier le chemin de contrôle
      pour un niveau donné ou éventuellement joindre des
      chemins à différents niveaux
      5000 Continuer
      Appeler MODIFPATH
35  Appeler PDQINIT(2) ! initialiser à partir de 2
```

```

ELSE IF (MCHOICE.EQ3) THEN
  l'utilisateur désire présenter de nouveau les chemins
  6000 Continuer
  Appeler DISPPATH
5  Appeler PDQINIT(2) ! initialiser à partir de 2
  ELSE IF (MCHOICE.EQ.4) THEN
    l'utilisateur désire classer le chemin créé
    7000 Continuer
    Appeler FILEPATH
10  Appeler PDQINIT(2)
    END IF
    END DO
    GO TO menus principaux CIG CX190
    Initialiser PDQCON
15  Appeler PDQINIT(2)
    Mettre PDQCON(1) de façon que nous demandions les menus
    principaux CIG dans CX190
    Appeler CLINK(PDQMOD)
    END
20  Sous-programme CX193
    But:
    Chargement principal de la mémoire pour comparer des
    données mesurées à des calibres ou des zones
    Arguments:
25  Type           Nom(Dim)           I/D           Description
    Sous-programmes appelés:
    Anvil, version 1.5 -
    Ecrit par l'utilisateur -
    Variables locales:
30  Type           Nom(Dim)           Description
    Ceci est PDQCON LEVEL 2, ce qui signifie que c'est le
    deuxième niveau d'appels intégrés de sous-programme
    après l'exécution d'un sous-programme CLINK. Pour
    commander les retours au programme à ce niveau, mettre
35  PDQCON(2).

```

```
GO TO (1000,2000,3000,4000,5000),PDQCON(2)
Demander à l'utilisateur de choisir le menu de
contrôle
DO WHILE (.NOT TERMINATE)
5  1000 Continuer
    Effacer écran ALPHA
    Appeler CLRALPHA
    Appeler CIGMENUS(14,IDUM)
    Appeler PDQINIT(2)
10  IF (MCHOICE.EQ.98.OR.MCHOICE.EQ.99) THEN
    rejet ou l'opérateur complète la frappe
    ELSE IF (MCHOICE.EQ.1) THEN
    l'utilisateur désire extraire des nouvelles données
    mesurées de la machine
15  2000 Continuer
    Appeler READMEAS
    Appeler PDQINIT(2) ! initialiser à partir de 2
    ELSE IF (MCHOICE.EQ.2) THEN
    l'utilisateur désire extraire des anciennes données
20  mesurées du fichier
    3000 Continuer
    Appeler READMEAS
    Appeler PDQINIT(2) ! initialiser à partir de 2
    ELSE IF (MCHOICE.EQ.3) THEN
25  l'utilisateur désire analyser les données extraites
    4000 Continuer
    Appeler PROCMEAS
    Appeler PDQINIT(2) ! initialiser à partir de 2
    ELSE IF (MCHOICE.EQ.4) THEN
30  l'utilisateur désire effacer toutes les données mesurées
    5000 Continuer
    Appeler DELMDATA
    END IF
    END DO
35  Mettre PDQCON(2) pour retourner à ce sous-programme
```

après l'exécution d'un sous-programme CLINK  
9999 Continuer  
ERROR demandé à sauter le reste du programme  
GO TO menus principaux CIG CX190  
5 Initialiser PDQCON  
Appeler PDQINIT(2)  
Mettre PDQCON(1) de façon que nous demandions menus  
principaux CIG dans CX190  
Appeler CLINK(PDQMOD)  
10 END

34/49

Sous-programme SPC\_DRIVER  
But: Assurer la commande globale de l'option "Commande statistique de processus".  
Commencer exécution

5 Faire une boucle pour traiter les choix de menu de l'utilisateur.  
DO WHILE (.NOT.TERMINATE)  
IF (MENULEVEL.EQ.1) THEN  
demander à l'utilisateur de choisir l'option "Commande statistique de processus" dans le menu.  
10 CALL CIG\_ENTR\_CHOICE (PRIMSG, NBMENU, TEMENU, CHOICE, REJECT,ACCEPT)  
Mettre drapeaux d'options suivant choix fait par l'utilisateur.  
15 IF (REJECT.OR.ACCEPT) THEN  
ELSE  
END IF  
  
ELSE IF (MENULEVEL.EQ.2) THEN  
IF (CHOICE.EQ.1) THEN  
20 l'utilisateur a choisi l'option 1 du menu, c'est-à-dire l'analyse pour la commande statistique de processus.  
CALL SPC\_ANALYSIS  
ELSE IF (CHOICE.EQ.2) THEN  
25 l'utilisateur a choisi l'option 1 du menu, c'est-à-dire la gestion de banque de données pour la commande statistique de processus.  
CALL DISPLAY\_MSG (1,2,.TRUE.,ACCEPT)  
Une erreur s'est produite dans le traitement du menu.  
30. END IF  
ELSE  
END IF  
END DO  
END

35 Sous-programme SPC\_ANALYSIS  
But: Exécuter l'analyse pour la commande statistique de processus.

Commencer l'exécution  
Trier le fichier de données de commande statistique de processus en faisant monter le pointeur d'entité et, dans les limites de chaque pointeur, en remontant les dates et temps d'usinage. Arrêter si le tri est infructueux.

5      CALL SPC\_SORT (TERMINATE)  
Faire une boucle pour traiter les choix de menu faits par l'utilisateur.

10     DO WHILE (.NOT.TERMINATE)  
IF (MENU LEVEL.EQ.1) THEN  
demander à l'utilisateur d'introduire les conditions aux limites pour l'analyse pour la commande statistique de processus.

15     CALL CIG\_ENTR\_TEXT (NBPRIM,PRIMSG,NBMENU,ANSWER,PROMPT,REJECT, ACCEPT)  
Vérifier dates et convertir au format utilisé pour sélectionner mots du fichier de données de commande statistique de processus.

20     IF (.NOT.REJECT) CALL SPC\_DATE (ANSWER(1),PROMPT(1),USRINP(1),REJECT)  
IF (.NOT.REJECT) CALL SPC\_DATE (ANSWER(2),PROMPT(2),USRINP(2), (REJECT)  
Mettre drapeaux pour traitement ultérieur suivant la réponse de l'utilisateur.

25     IF (REJECT) THEN  
ELSE  
END IF  
ELSE IF (MENULEVEL.EQ.2) THEN

30     demander à l'utilisateur d'introduire le nombre d'observations par échantillon et le nombre d'échantillons à utiliser dans le calcul des lignes de commande.  
CALL CIG\_ENTR\_DATA (PRMSOS,NBOSMN,OSMENU,OSTYPS,NBSAMP,RNBSMP,REJECT,ACCEPT)

35     IF (REJECT) THEN  
Retourner au niveau de menu précédent.  
ELSE IF ((NBSAMP(1).LT.2).OR.(NBSAMP(1).GT.25).OR.(NBSAMP(2).LT.1) THEN  
demander à l'utilisateur d'essayer de nouveau.  
CALL DISPLAY\_MSG (NBOSER,OSERMS,2,.TRUE.,ACCEPT)  
ELSE

Passer au niveau de menu suivant.

END IF

ELSE IF (MENULEVEL.EQ.3) THEN

demander à l'utilisateur de choisir une entité pour  
l'analyse pour la commande statistique de processus.

5 CALL PICL\_ONE\_ENTITY (ENTYPE,PICMSG,ENTPTR,REJECT,  
ACCEPT)

IF (REJECT.OR.ACCEPT) THEN

ELSE

10 ENF IF

ELSE

L'utilisateur a introduit les conditions aux limites  
et choisi une entité pour l'analyse pour la commande  
statistique de processus, en conséquence effectuer les  
calculs nécessaires et présenter les résultats.

15 CALL SPC\_CALCULATIONS (USRINP,NBSAMP,ENTPTR,ENTYPE)

Retourner au niveau de menu précédent et demander si  
l'utilisateur veut effectuer l'analyse de nouveau pour  
une autre entité.

20 END IF

END DO

END

Sous-programme TOLANALYSIS

But: Assure la commande de l'analyse des tolérances

25 Commencer exécution

Présenter le menu d'analyse des tolérances à l'utilisa-  
teur et exécuter la fonction, demander jusqu'à ce que  
l'utilisateur dise que c'est fini.

GOTO (1000), GET\_COGCON(2)

30 DO WHILE (.NOT.TERMINATE)

CALL CIG\_ENTR\_CHOICE (PRIMARY MENLINES,MENU,RESPONSE,  
REJECT,ACCEPT)

IF (REJECT.OR.ACCEPT) THEN

c'est fini ici - retourner au menu principal CIG

35 ELSE IF (RESPONSE.EQ.1) THEN

analyse pour élément de fixation flottant

ELSE IF (RESPONSE.EQ.2) THEN

analyse pour élément de fixation fixe

ELSE

Analyse de l'ensemble dans le cas le plus défavorable

CALL SET\_CIGCON(2,1)

CONTINUE

Mettre drapeaux pour traitement ultérieur suivant la réponse de l'utilisateur.

```
CALL WORSTCASE
END IF
5  END DO
END
Sous-programme WORTCASE
But: assure la commande de l'analyse du cas le plus
défavorable
10 Commencer l'exécution
Présenter à l'utilisateur le menu d'analyse de l'assem-
blage dans le cas le plus défavorable et exécuter la
fonction demandée jusqu'à ce que l'utilisateur dise
que c'est fini.
15 GOTO (1000), GET_CIGCON(3)
DO WHILE (.NOT.TERMINATE)
CALL CIG_ENTR_CHOICE (PRIMARY,MENLINES,MENU,RESPONSE,
REJECT,ACCEPT)
IF (REJECT.OR.ACCEPT) THEN
20 c'est fini ici - retourner au menu précédent
ELSE IF (RESPONSE.EQ.1) THEN
assembler avec la pièce en contact
CALL MERGEMATE (PARTMERGED)
LESE IF (RESPONSE.EQ.2) THEN
25 effectuer l'analyse du cas le plus défavorable
CALL SET_CIGCON(3,1)
CONTINUE
CALL WCANALYSIS (PARTMERGED)
ELSE IF (RESPONSE.EQ.3) THEN
30 effacer les modèles du cas le plus défavorable
CALL DEL_WC_MODEL
ELSE IF (RESPONSE.EQ.4) THEN
enlever la pièce en contact
CALL REMOVEMATE (PARTMERGED)
35 ELSE
Repositionner la pièce en contact (de façon qu'elle ne
gêne plus)
```



38/49

```
CALL REPOSNMATE
END IF
END DO
END
5  RUN JOB
   Sous-programme RUNJOB (PDQLEVEL)
   But: assure la commande de l'ensemble spécifié de
   machines à commande numérique et des opérations de
   contrôle.
10  Commencer l'exécution
   IF(PDQCON(PDQLEVEL).NE.O) THEN
   IF (JOBSEVEREERROR) THEN
   une erreur s'est produite - arrêter aussitôt
   CLOSE (UNIT=MSUNIT)
15  CLOSE (UNIT=NCUNIT)
   END IF
   GOTO (1000,2000,3000,4000,5000,6000,7000,8000,9000,
   10000,11000,12000,13000,14000,15000,16000,17000,18000,
   19000,20000),PDQCON(PDQLEVEL)
20  DO II=1,80
   END DO
   Initialiser les écarts du montage de contrôle (ces
   valeurs sont fixées par MANUAL-FIXTURE
   1000 CONTINUE
25  IF (CLI_JOBNAMEPRESENT) THEN
   ici il y a un nom de travail dans la ligne de commande
   ELSE
   DO WHILE (.NOT.DONE)
   Le travail est commandé à partir du choix du menu
30  principal RUN JOB; demander à l'utilisateur comment
   il veut procéder
   CALL CIG_ENTR_CHOICE(PRIMARY,NUMBER_OF_MENU_ITEMS,TYPE_
   OF_JOB,RESPONSE, REJECT,OPCOMP)
   IF (REJECT.OR.OPCOMP) THEN
35  ELSE
```

39/49

```

IF (RESPONSE.EQ.1) THEN
CALL CLRALPHA
CALL USERCHARINP('ENTER NAME OF JOB TO RUN:',USERINP,
OPCOMP,REJECT)
5  IF(.NOT.REJECT.AND.USERINP.NE.' ') THEN
ELSE
END IF
ELSE IF (RESPONSE.EQ.2) THEN
commander le travail en mode de commande au clavier
10 Données par défaut pour le nom de la pièce
CALL CIG_GET_PARTNAME(USERINP)
ELSE
commander le travail à partir des menus
CALL CIG_GET_PARTNAME(USERINP)
15 END IF
END IF
END DO
CALL CLRALPHA
END IF
20 FORMAT(80A1)
CALL REMOVE_SPACES(USERINP)
Vérifier que ce travail n'existe pas déjà dans la
banque de données
IF(.NOT.KEYBOARD.AND.NOT.MENU) THEN
25 !OPEN
CALL CIG-OPEN_FILE (JOBUNITNUMBER,      ! numéro unité
USERINP,                                ! fichier utili-
                                         ! sateur
1,                                       ! état = ancien
0,                                       ! accès : séquentiel
30 0,                                       ! chariot = liste
' ',                                       ! nom de fichier
                                         ! par défaut
'.CJB',                                   ! ext. fichier
                                         ! par défaut
35 EDIT_FILE                             ! fichier méc.
DIRECTORY,                               ouvert
ERROR_STATUS

```

40/49

```
IF DIRECTORY) GOTO 1000
IF (ERROR_STATUS) THEN
  Erreur apparue pendant l'ouverture du fichier
  CALL FORCERESP(0,0)
5  IF (Gc(1).EQ.O) RETURN
  GOTO 1000
  END IF
  BRACK      = CHAR_POSITION (EDIT_FILE, ']') + 1
  CARAT      = CHAR_POSITION (EDIT_FILE, '>') + 1
10  START     = MAX (BRACK, CARAT)
  DOT        = CHAR_POSITION (EDIT_FILE, '.') - 1
  JOBNAME    = EDIT_FILE (START:DOT)
  CALL CJECKJOBSYNTAX(JOBNAME,INSPECT_PRESENT,ERROR)
  IF (ERROR) THEN
15  END IF
  ELSE
  END IF
  IF (INSPECT_PRESENT) THEN
    une vérification a été demandée dans le travail
20  CALL JUMPCOMON(1)
    CALL ALPHAOFF
    2000 CONTINUE
    CALL GETFILES(PDQLEVEL+1,.FALSE.,.TRUE.,FIRSTTIME,
    ERROR,TERMITALL)
25  IF(ERROR.OR.TERMITALL) THEN
    CLOSE (UNIT = MSUNIT)
    CLOSE (UNIT = NCUNIT)
    END IF
    END IF
30  IF (.NOT.KEYBOARD.AND..NOT.MENU) THEN
    END IF
    END_OF_JOB=.FALSE.
    SET CURVE FONT,WEIGHT AND COLOR
    Créer RUNJOB appelé par dcs au début du DCS actuelle-
35  ment actif
```

4.1/49

```
CALL CIG_CHECK_DCS_NAME ('CIGJOB',EXIST,JOB_DCS_PTR)
IF (.NOT.EXIST) THEN
ELSE
Existe déjà:
5  IF (CHECK_DCS_PTR.EQ.JOB_DCS_PTR) THEN
    le DCS actuellement actif est CIGJOB
ELSE
    Le DCS actuellement actif n'est pas CIGJOB
    CALL CIG_DEL_ENT_PTR(1,JOB_DCS_PTR_ERROR)
10  END IF
    END IF
    IF (CREATE_DCS) THEN
        dcs n'existe pas - créer au début du DCS actuel
        CALL CIG_CRE_PT_COORDS(JOB_ORIG,PT_PTRS,ERROR)
15  CALL CIG_CRE_PT_COORDS(JOB_XACIS,PT_PTRS(2),ERROR)
        CALL CIG_CRE_PT_COORDS(JOB-YAXIS,PT_PTRS(3),ERROR)
        CALL CIG_CRE_DCSPTR(PT_PTRS,4CIGJOB',JOB_DCS_PTR_ERROR)
        IF (ERROR) THEN
            END IF
20  Supprimer les points utilisés pour la construction
        du dcs
        CALL CIG_DEL_ENT_PTR(3,PT_PTRS,ERROR)
        CALL CIG_ACTDCSPTR(JOB_DCSPTR,ERROR)
        IF (ERROR) THEN
25  END IF
        END IF
        Obtenir première commande du travail:
        CALL GETNEXTJOBLINE(END_OF_JOB,FIRSTCALL,ERROR)
        DO WHILE(.NOT.END_OF_JOB.AND..NOT.ERROR)
30  3000 CONTINUE
        IF (.NOT.ERROR) THEN
            FIND FIRST NON BLANK CHAR IN LINE
            DO WHILE(II.LT.LEN(JOBLINE)-1.AND.JOBLINE(II:II).EQ.' ')
            END DO
35  Ne pas analyser les lignes qui commencent par un
```

42/49

```
délimiteur de commentaire
IF (JOBLINE.NE.' ') THEN
IF (JOBLINE(1:1).NE.'1') THEN
CALL LIBSESTABLISH(HANDLER)
5 IF (ISTAT.EQ.229552) THEN
CALL LIBSSIGNAL(%VAL(ISTAT))
CALL WAITRESP(2)
ELSE IF (ISTAT.NE.196609) THEN
erreur dans l'analyse syntaxique
10 CALL WAITRESP(2)
ELSE !PARSE OK
CALL LIBSREVERT
CALL PDQINIT(PDQLEVEL+1)
CALL ALPHAOFF !MENUS OFF
15 CALL JUMPCOMON(1) !NORMAL JUMP/RETURNS TO ANVIL
Maintenant effectuer l'opération demandée
IF (JOBLINE(1:4).EQ.'DISC') THEN
déconnecter la machine de l'ordinateur
4000 CONTINUE
20 CALL CIG_DISCONNECT_MACHINE(PDQLEVEL+1)
ELSE IF (JOBLINE(1:4).EQ.'NC_P') THEN
parcourir le chemin demandé de l'outil à commande
numérique
IF (MACHINE_CONNECTED) THEN
25 contrôler les montages de contrôle dans le dcs courant
IF (.NOT.TIP_IN_FIXTURE_OFFSET)
THEN
CALL FIXTURES_INTO_DCS(PROBE_LENGTH, FIXTURE_OFFSETS,
ERROR)
30 END IF
IF (.NOT.ERROR) THEN
5000 CONTINUE
CALL CIG_RUN_NC_PATH(PDQLEVEL+1), ERROR)
END IF
35 ELSE
```

```
5100 FORMAT
CALL FORWRITE(0,0,0)
CALL WAITRESP(2)
END IF
5  ELSE IF (JOBLINE 51:4).EQ.'NC_F') THEN
    télécharger le fichier de commande numérique demandé
    IF (MACHINE_CONNECTED) THEN
        vérifier si les montages de contrôle sont dans le dcs
        courant
10  IF (.NOT.TIP_IN_FIXTURE_OFFSET) THEN
        CALL FIXTURES INTO DCS (PROBE_LENGTH, FIXTURE, OFFSETS,
        ERROR)
        END IF
        IF (.NOT.ERROR) THEN
15  6000 CONTINUE
        CALL CIG_RUN_NC_FILE(PDQLEVEL+1, ERROR)
        END IF
        ELSE
        CALL FORWRITE(0,0,0)
20  CALL WAITRESP(2)
        END IF
        ELSE IF (JOBLINE(1:2).EQ.'MO') THEN
            amener la machine à la position demandée:
            IF (MACHINE_CONNECTED) THEN
25  CALL JOB_MOVE_MACHINE(ERROR)
            ELSE
            CALL FORWRITE(0,0,0)
            CALL WAITRESP(2)
            END IF
30  ELSE IF (JOBLINE(1/1).EQ.'14') THEN
            vérifier le processus de contrôle demandé
            IF (MACHINE_CONNECTED) THEN
            IF (NOT DELETED_MEASURED_DATA) THEN
            CALL DELMDATA (DUMMY,.TRUE.)
35  END IF
```

```
IF(.NOT GOT_FILES) THEN
CALL JUMPCOMON(1)
CALL ALPHAOFF
3000 CONTINUE
5 CALL GETFILES(PDQLEVEL+1,.FALSE.,TRUE.,FIRSTTIME,ERROR,
TERMITALL)
IF (ERROR.OR.TERMITALL) THEN
CLOSE (UNIT=MSUNIT)
CLOSE (UNIT=MCUNIT)
10 END IF
END IF
IF (.NOT.ERROT) THEN
7000 CONTINUE
CALL CIG_RUN_INSPECTION(PDQLEVEL+1,CURRENT_CLUSTER,
15 CLUSTER_CALIBRATION_TABLE, FIXTURE_OFFSET, TIP, PROBE_
LENGTH, TIP_IN_FIXTURE OFFSET, ERROR)
END IF
ELSE
CALL FORWRITE(0,0,0)
20 CALL WAITRESP(2)
END IF
ELSE IF (JOBLINE(1:2).EQ.'AN') THEN
effectuer 1'analyse de la pièce
8000 CONTINUE
25 CALL CIG_PERFORM_ANALYSIS(PDQLEVEL+1)
ELSE IF (JOBLINE(1:2).EQ.'AT') THEN
connecter à la machine spécifiée
9000 CONTINUE
CALL CIG_CONNECT_MACHINE(PDQLEVEL+1)
30 ELSE IF (JOBLINE(1:2).EQ.'CA') THEN
exécuter le processus d'étalonnage du groupe de
palpeurs:
IF (MACHINE_CONNECTED) THEN
CALL JOB_CLUSTER_CALIBRATION(CURRENT_CLUSTER_CLUSTER_
35 CALIBRATION_TABLE, FIXTURE_OFFSETS, TIP?PROBE_LENGTH, TIP_
IN_FIXTURE OFFSET, ERROR)
```

45/49

```
ELSE
CALL FORWRITE(0,0,0)
CALL WAITRESP(2)
END IF
5  ELSE IF (JOBLINE(1:2).EQ.'OR') THEN
    orienter la pièce par rapport à la machine
    IF (MACHINE_CONNECTED) THEN
    IF (.NOT.DELETED_MEASURED_DATA) THEN CALL DELMDATA
      (DUMMY,.TRUE.)
10  END IF
    10000 CONTINUE
    CALL CIG_ORIENT_PROCESS(PDQLEVEL+1), CURRENT_CLUSTER,
    CLUSTER_CALIBRATION_TABLE, FIXTURE_OFFSETS,TIP,PROBE,
    LENGTH,TIP_IN_FIXTURE_OFFSET,JOB_DCS_PTR,ERROR)
15  ELSE
    CALL FORWRITE(0,0,0)
    CALL WAITRESP(2)
    END IF
    ELSE IF (JOBLINE(1:2).EQ.'OP') THEN
20  pause pour opérateur OK.
    11000 CONTINUE
    CALL CIG_PAUSE_FOR_OP_OK(PDQLEVEL+1)
    ELSE IF (JOBLINE(1:1).EQ.'V') THEN
    CHANGE VIEWS
25  12000 CONTINUE
    CALL CIG_CHANGE_VIEWS(PDQLEVEL+1)
    ELSE IF (JOBLINE(1:2).EQ.'RE') THEN
    changer l'image
    13000 CONTINUE
30  CALL CIG_REPAINT_SCREEN(PDQLEVEL+1)
    ELSE IF (JOBLINE(1:1).EQ.'U') THEN
    mettre un niveau hors blanc
    14000 CONTINUE
    CALL CIG_UNBLANK_LEVEL(PDQLEVEL+1)
35  ELSE IF (JOBLINE(1:1).EQ.'B') THEN
```



46/49

```
effacer le niveau
15000 CONTINUE
CALL CIG_BLANK_LEVEL(PDQLEVEL+1)
ELSE IF (JOBLINE(1:1).EQ.'E') THEN
5  sortir de cette séquence
16000 CONTINUE
IF (DISPLAY_JOB) THEN
CALL FORWRITE (0,0,0)
CALL CWAIT (200)
10 ELSE
CALL CIG_JOB_EXIT(PDQLEVEL+1)
END_OF_JOB=.TRUE.
END IF
ELSE IF (JOBLINE(1:1).EQ.'P') THEN
15 faire une pause pendant un temps spécifié
17000 CONTINUE
CALL CIG_PAUSE (PDQLEVEL+1)
ELSE IF (JOBLINE(1:4).EQ.'DISA') THEN
désarmer le palpeur
20 IF (MACHINE_CONNECTED) THEN
18000 CONTINUE
CAL CIG_DISARM_PROBE(PDQLEVEL)
ELSE
CALL FORWRITE(0,0,0)
25 CALL WAITRESP(2)
END IF
ELSE IF (JOBLINE(1:2).EQ.'MA') THEN
effectuer réglage manuel du montage de contrôle
IF (MACHINE_CONNECTED) THEN
30 19000 CONTINUE
CALL CIG_MANUEL_FIXTURE(PDQLEVEL+1, FIXTURE_OFFSETS,
TIP, PROBE_LENGTH, ERROR)
mettre drapeau pour indiquer que l'extrémité utilisée
dans la mesure du décalage du montage de contrôle ne
35 figure pas dans les décalages du montage de contrôle
ELSE
```

47/49

```
CALL FORWRITE(0,0,0)
CALL WAITRESP(2)
END IF
ELSE IF (JOBLINE(1:2).EQ.'CO') THEN
5  changer les coordonnées
   CALL CIG CHANGE DCS(JOB_DCS_PTR,ERROR)
   ELSE IF (JOBLINE(1:2).EQ.'TO4') THEN
    télécharger tables d'outils
    IF (MACHINE_CONNECTED) THEN
10  CALL CIG_DOWN_LOAD_TABLES
    ELSE
    CALL FORWRITE(0,0,0)
    CALL WAITRESP(2)
    END IF
15  ELSE IF (JOBLINE(1:1).EQ.'S') THEN
    générer une commande
    IF (ISTAT.EQ.CLIS_NEGATED) THEN
    END IF
    CALL CLISGET_VALUE('COMMAND',COMMAND)
20  IF (ISTAT.EQ.CLIS_NEGATED) THEN
    ELSE IF (ISTAT.EQ.261401) THEN
    l'utilisateur a spécifié un fichier de sortie
    CALL CLISGET_VALUE('OUTPUT_FILE', OUTPUT_FILE)
    END IF
25  IF(STAT.EQ.CLIS_NEGATED) THEN
    ELSE IF (ISTAT.EQ.261401) THEN
    l'utilisateur a spécifié un fichier de sortie
    CALL CLISGET_VALUE('INPUT_FILE',INPUT_FILE)
    END IF
30  analyser le travail
    Nota: si NOWAIT est spécifié, le sous-programme
        d'achèvement AST a appelé le sous-programme de
        génération de commandes
    GETS CALLED
35  IF(INPUT_FILE.EQ.' '.AND.OUTPUT_FILE.EQ.' ') THEN
```

48/49

```
générer sans fichier d'entrée ou de sortie
ELSE IF (INPUT FILE.EQ.' ') THEN
ELSE IF (INPUT FILE NULL) THEN
générer avec le fichier de sortie seulement
5  ELSE
    ELSE BOTH PRESENT
    END IF
    IF (ISTAT.NE.SSS NORMAL) THEN
n'a pas pu générer - arrêter le travail
10  FORMAT('Votre sous-processus n'a pas pu/',
    CALL LIBSESTABLISH(HANDLER)
    CALL LIBSESTABLISH(%VAL(ISTAT)
    CALL LIBSREVERT
    CALL FORCERESP(0,0)
15  ELSE
    attendre une seconde pour toute sortie qui peut être
    en cours
    CALL CWAIT(200)
    END IF
20  ELSE
    cela doit être impossible
    FORMAT('UNRECOGNIZED COMMAND IN JOB:/',
    CALL FORWRITE(0,0,0)
    CALL WAITRESP(2)
25  END IF
    END IF
    END IF
    END IF
    END IF
30  IF (JOBSEVEREERROR) THEN
    END IF
    IF (KEYBOARD.OR.MENU) THEN
    si entrée au clavier, alors remettre à l'état sans
    erreur de façon que des commandes supplémentaires
35  puissent encore être introduites
```

49/49

```
END IF
IF (.NOT.ERROR) THEN
CALL GETNEXTJOBLINE(END_OF_JOB,FIRSTCALL,ERROR)
END IF
5  IF (JOBNAME.EQ.'MENU'.END_OF_JOB) THEN
GOTO 1000 IGO BACK 1 MENU LEVEL
END IF
Vérifier si l'utilisateur n'a pas essayé de changer
le dcs:
10 IF (.NOT.ERROR.AND..NOT.END_OF_JOB) THEN
IF (CHECK_DCS_PTR.NE.JOB_DCS_PTR) THEN
le dcs du travail a été changé au cours de celui-ci:
CALL CIG ACTDCSPTR(JOB DCS PTR,ERROR)
END IF
15 END IF
END DO
IF (MACHINE_CONNECTED) THEN
la machine était connectée - la déconnecter
IF (LASTMACHINE_TYPE.NE.0) THEN
20 déconnecter DEA seulement si aucune erreur n'a été
détectée
IF (LASTMACHINE_TYPE.EQ.DEA_MACHINE_TYPE.AND..NOT.
ERROR) THEN
CALL DISCONNECTMACH(LASTMACHINE_TYPE,.TRUE.,.TRUE.,0)
25 END IF
IF (LASTMACHINE_TYPE.NE.DEA_MACHINE_TYPE) THEN
CALL DISCONNECTMACH(LASTMACHINE_TYPE,.TRUE.,.TRUE.,0)
END IF
END IF
30 END IF
Réactiver le dcs initial avant d'entrer dans ce pro-
gramme:
IF (ORIG_DCS_PTR.NE.0) THEN
CALL CIG ACTDCSPTR(ORIG_DCS_PTR,ERROR)
35 CALL CIG_DEL_ENT_PTR(1,JOB_DCS_PTR,ERROR)
END IF
END
```

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**